

Université de Montréal

Modélisation de la cognition dans le domaine des arts visuels

par
Jude Leclerc

Département de psychologie
Faculté des arts et sciences

11657660

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de maîtrise (M.Sc.)
en psychologie

août, 2005

© Jude Leclerc, 2005



BF

22

U54

2006

V.001

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :
Modélisation de la cognition dans le domaine des arts visuels

présenté par :

Jude Leclerc

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Serge Larochelle
président-rapporteur

Frédéric Gosselin
directeur de recherche

Martin Arguin
membre du jury

RÉSUMÉ

À quels problèmes font face les artistes en contexte réel de pratique artistique ? Par quels processus en arrivent-ils à résoudre ces problèmes ? La présente étude réunit des travaux antérieurs sur le processus de découverte scientifique (e.g., Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987) et une perspective située axée sur la cognition créative (e.g., Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Nersessian, 2004) pour former un cadre théorique unifié pour l'étude des processus de création artistique dans le contexte de pratiques réelles. Dans ce cadre, la création artistique est vue comme un processus de *résolution de problème situé*. Nous illustrons notre approche en l'appliquant à une artiste canadienne de succès du domaine des arts visuels, Isabelle Hayeur. Nous avons procédé à une étude de terrain de son travail, sur une période de deux ans. Un modèle computationnel des processus de résolution de problème observés dans la pratique de cette artiste a été développé pour permettre une analyse plus rigoureuse des données de terrain. Trois espaces de résolution de problème ont émergé comme jouant un rôle important dans la pratique de cette artiste : un espace artistique, de carrière et économique.

Mots clés : Cognition, Résolution de problème, Créativité, Arts visuels, Analyse qualitative, Modèle computationnel, Étude de terrain, Étude de cas, Isabelle Hayeur

ABSTRACT

What are the problems faced by artists in real-life contexts? By what processes do they solve these problems? Here, work on scientific discovery (e.g, Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987) and a situated perspective on creative cognition (e.g., Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Nersessian, 2004) are brought together into a unifying framework for studying the processes of artistic creativity in real-life. Within this framework, artistic creativity is viewed as *situated problem solving*. We illustrate our approach by applying it to Isabelle Hayeur, a successful Canadian visual artist; we conducted a field study of her work over a two-year period. A computer-based model of the problem solving processes observed in this artist's practice was implemented to allow for a more rigorous analysis of the field data. Three problem solving spaces were found to be explored by the artist during her work: an artistic, a career, and an economic space.

Keywords : Cognition, Problem solving, Creativity, Visual arts, Qualitative analysis, Computational model, Field study, Case study, Isabelle Hayeur

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	i
MOTS CLÉS.....	i
ABSTRACT.....	ii
KEYWORDS	ii
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
REMERCIEMENTS.....	viii

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Études de terrain de la créativité.....	2
1.1. Créativité dans le domaine de la découverte scientifique.....	4
1.1.1. Études du raisonnement scientifique.....	4
1.1.1.1. Approche in vivo / in vitro.....	4
1.1.1.2. Approche ethnographique.....	6
1.2. Créativité dans le domaine de la création artistique.....	8
1.2.1. Études des processus de création et de pratique artistique.....	8
1.2.1.1. Approche multi-méthodes.....	9
1.2.1.1.1. Observation directe.....	10
1.2.1.1.2. Expérience de terrain.....	11
1.2.1.1.3. Entrevue.....	12
1.2.1.2. Approche ethnographique et multi-méthodes.....	12
2. La créativité artistique comme processus situé de résolution de problème.....	13
2.1. La créativité artistique en tant que résolution de problème.....	13
2.1.1. Espaces de recherche de la découverte scientifique.....	15
2.1.2. Espaces de recherche de la création artistique.....	15
2.2. La créativité artistique en tant qu'activité située.....	16
3. Modélisation de la pratique artistique.....	17
3.1. Les espaces de recherche d'une pratique artistique.....	17
3.2. Systèmes de production comme modèles de pratique artistique.....	18
4. Étude de cas : Isabelle Hayeur.....	19
4.1. Isabelle Hayeur : Artiste contemporaine.....	19
4.1.1. Statut professionnel.....	19
4.1.2. Expérience.....	19
4.1.3. Travail artistique.....	20
4.1.4. Contexte socio-économique et succès artistique.....	21
4.2. Méthode.....	21
4.2.1. Étude de terrain.....	21
4.2.1.1. Études de cas et études de terrain.....	21
4.2.1.2. Données.....	23
4.2.1.2.1. Entrevues.....	24
4.2.1.2.1.1. Phase I : Entrevues initiales.....	24
4.2.1.2.1.2. Phase II : Entrevues de validation du modèle.....	25
4.2.1.2.2. Observation.....	25
4.2.1.2.2.1. Période d'observation.....	25

4.2.1.2.2.2.Types d'observation.....	26
4.2.1.2.2.2.1. Observation participante.....	26
4.2.1.2.2.2.1.1.Notes de terrain.....	27
4.2.1.2.2.2.2. Enregistrement du travail artistique.....	28
4.2.1.2.3. Données additionnelles recueillies.....	29
4.2.2. Analyse qualitative et modélisation.....	29
4.2.2.1.Analyse basée sur la théorie de résolution de problème.....	29
4.2.2.2.Modélisation.....	30
4.2.2.2.1. Modèle de type système de production.....	30
5. Problématique.....	31
6. Contribution aux articles.....	33
6.1. Article I.....	33
6.2. Article II.....	33
6.3. Article III.....	33
7. Déclaration du coauteur des articles.....	34
8. Diffusion des résultats.....	35

ARTICLE I

Processes of artistic creativity: The case of Isabelle Hayeur.....	37
ABSTRACT.....	38
INTRODUCTION.....	39
ARTISTIC PRACTICE AND CREATIVITY AS SITUATED PROBLEM SOLVING.....	39
Artistic creativity as problem solving.....	39
Search spaces in scientific discovery.....	40
Artistic creativity as situated activity.....	41
CONTEMPORARY VISUAL ARTS PRACTICE: THE CASE OF ISABELLE HAYEUR.....	42
Problem spaces in Isabelle Hayeur's creative process.....	45
Criteria for proposing new search spaces.....	46
Artistic practice and career search spaces.....	47
Artistic practice search space: Goals and heuristics.....	48
Career search space: Goals and heuristics.....	49
Heuristics coordonating search.....	50
An additional search space.....	51
CONCLUSIONS.....	54
ACKNOWLEDGEMENTS.....	55
REFERENCES.....	55

ARTICLE II

ACE: A model of the cognitive strategies of a contemporary artist.....	59
ABSTRACT.....	60
INTRODUCTION.....	61
MODELING AN ARTISTIC PRACTICE.....	62
Isabelle Hayeur: Contemporary visual artist.....	62
Search spaces in IH's creative processes.....	63
Production systems as cognitive models of artistic creativity.....	64

ACE: A MODEL OF REAL-LIFE ARTISTIC CREATIVITY.....	65
ACE: Description of the model.....	65
ACE: A sample run.....	66
ANALYSIS OF THE ACE MODEL.....	70
Cluster analysis of IH's rules of practice.....	70
Operators from IH's artistic practice.....	71
Cluster analysis of randomly generated sets of rules of artistic practice.....	73
Classes of cognitive strategies of artistic practice.....	74
CONCLUSIONS.....	77
ACKNOWLEDGEMENTS.....	77
REFERENCES.....	77

DISCUSSION GÉNÉRALE

1. Les espaces de recherche de la création artistique.....	81
1.1. Les espaces de recherche.....	81
1.2. Le modèle <i>ACE</i>	81
2. Quelques conclusions.....	82
2.1. Analyses additionnelles.....	82
2.2. Validation du modèle.....	83
2.3. Résultats d'ordre psychologique et biographique.....	84
3. Développements futurs.....	86

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	90
----------------------------	----

REFERENCES.....	91
-----------------	----

APPENDICE A : ARTICLE III

Modeling artistic processes using production systems.....	99
ABSTRACT.....	100
INTRODUCTION.....	101
MODELING ARTISTIC CREATIVITY.....	101
Production systems.....	101
Isabelle Hayeur: A contemporary visual artist.....	102
ACE: A model of real-life artistic creativity.....	103
Problem spaces of Isabelle Hayeur's creative processes.....	104
ACE: An example run – I.....	105
ACE: An example run – II.....	108
• Operators from the artistic practice space.....	112
CONCLUSIONS.....	115
ACKNOWLEDGEMENTS.....	116
REFERENCES.....	116

APPENDICE B : MODÈLE “ACE”	119
----------------------------------	-----

LISTE DES TABLEAUX

Dans la section **ARTICLE I**

Tableau 1	Artistic practice space main goals.....	48
Tableau 2	Career space main goals.....	50
Tableau 3	Some economic space goals.....	52

Dans la section **ARTICLE II**

Tableau 1	Initial conditions of the simulation run.....	67
-----------	---	----

Dans la section **APPENDICE: ARTICLE III**

Tableau 1	A sample run of ACE.....	107
Tableau 2	The artist's 'bread-and-butter' loop.....	109
Tableau 3	Some of Isabelle Hayeur's main A's rules.....	112
Tableau 4	An operator's description: "Doing the artist's work seriously"..	114

LISTE DES FIGURES

Dans la section **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

Figure 1	<i>Alluvions</i> , Série Destinations, 2003.....	20
Figure 2	<i>Torrent</i> , Série Destinations, 2003.....	20
Figure 3	Extrait du journal de terrain.....	27

Dans la section **ARTICLE I**

Figure 1	The artist's "studio-as-problem-space".....	46
----------	---	----

Dans la section **ARTICLE II**

Figure 1	A sample run of the ACE model.....	68
Figure 2	An operator's description.....	69
Figure 3	Operators of the A-C-E search spaces.....	71
Figure 4	Sets of possible strategies for an arts practice.....	74

Dans la section **DISCUSSION GÉNÉRALE**

Figure 1	Image moyenne du photomontage <i>Torrent</i>	88
----------	--	----

REMERCIEMENTS

Mes sincères remerciements à Jeanne d'Arc Leclerc et Roger Leblanc, à Suzanne St-Denis, Robert Wilsam, Leila Kosseim, Julie Carrier, Frédéric Gosselin et, très certainement, à Isabelle Hayeur. Sans vous, ce projet ne se serait pas réalisé. Merci de votre présence, et de votre constance, sans faille.

Ce projet a été réalisé avec le support de deux Bourses d'Excellence de l'Université de Montréal, attribuées par le département de psychologie, ainsi que d'une bourse de la Sun Life Corporation, attribuée par la Faculté des études supérieures de l'Université de Montréal.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Études de terrain de la créativité

Depuis un peu plus d'une dizaine d'années, les études de terrain ont pris une place grandissante dans l'étude des processus liés à la créativité (e.g., Blanchette & Dunbar, 2001; Dunbar, 1994, 1997, 2001a, 2001b; Dunbar & Baker, 1994; Giere, 1988; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003; Yokochi & Okada, 2004, 2005). Ces études de terrain sont, le plus souvent, basées sur l'observation directe des comportements associés au processus créatif (voir Klahr & Simon, 1999). Ces études permettent : (1) d'apporter un support additionnel ou d'invalidier des résultats obtenus précédemment grâce à d'autres approches méthodologiques (e.g., études expérimentales), (2) de découvrir de nouveaux phénomènes associés au processus de création, (3) d'étudier les facteurs sociaux et motivationnels entourant le processus créatif, (4) d'étudier des processus se déroulant sur de longues périodes, (5) de s'intéresser à des processus situés ou distribués et (6) d'obtenir des résultats présentant une plus grande validité écologique. L'observation directe, de terrain, en comparaison à d'autres méthodes d'étude de la créativité (comme les études historiques ou expérimentales, par exemple) présente donc plusieurs avantages.

Par dessus tout, la validité écologique permise par l'observation directe et les études de terrain, en général, et particulièrement pour l'étude de la créativité, est fort probablement le plus grand avantage de ce type d'approche. Klahr et Simon (1999) définissent ainsi un type de validité très près de ce que nous entendons par validité écologique : « A study has [...] validity if it measures what it is supposed to measure. Research on scientific discovery has [...] validity to the extent that the phenomenon being investigated is clearly an instance of something being discovered by a scientist.

» (p. 528)¹. Ici, Klahr et Simon prennent à titre d'exemple les études du processus de découverte scientifique; le même commentaire s'applique à la question de la validité écologique des études du processus de création artistique. Cette validité écologique, comme tout autre avantage lié à telle ou telle méthodologie de recherche a son coût, pour ainsi dire; tout particulièrement, il y a un compromis à faire, ou un équilibre à atteindre, entre validité écologique et contrôle (Klahr & Simon, 1999).

Diverses stratégies peuvent être utilisées pour contrebalancer les forces et faiblesses des diverses méthodologies utilisées pour étudier le processus créatif. Lorsque des études font appel aux méthodes de terrain, la stratégie générale consiste à combiner à la méthodologie de terrain une ou deux autres approches méthodologiques, tirant ainsi avantage des forces de chacune (voir sections 1.1, 1.2 et leurs sous-sections respectives); ces méthodes complémentaires permettent de palier aux faiblesses des méthodes de terrain et d'analyser un processus plus rigoureusement et plus précisément. Une autre stratégie consiste en l'utilisation de sources multiples de données. On peut aussi faire appel à de multiples chercheurs ou même à diverses approches théoriques (e.g., Flick, 2002); ces dernières solutions sont cependant moins communes et surtout utilisées dans le cas de recherches anthropologiques ou sociologiques.

Les études de terrain de la créativité, ces dix dernières années, ont effectivement eu tendance à compléter l'observation directe par d'autres méthodologies; quelles que soient les approches méthodologiques choisies, il s'agit toujours d'appliquer une approche multiméthode dans le but d'effectuer un travail

¹ « Une étude démontre [...] de la validité si elle mesure ce qu'elle est supposée mesurer. La recherche sur la découverte scientifique a [...] de la validité dans la mesure où le phénomène investigué est clairement un exemple de quelque chose qui est découvert par un scientifique. » [traduction libre]

alliant à la fois une grande rigueur et un haut niveau de validité écologique. Trois approches majeures se sont basées sur cette stratégie générale d'étude de la créativité en milieu naturel, les approches : (1) *in vivo* / *in vitro* (e.g., Dunbar, 1994; Dunbar & Blanchette, 2001), (2) ethnographique (e.g., Nersessian, Kurz-Milcke, & Davies, 2005; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003) et (3) multi-méthodes (Yokochi & Okada, 2004, 2005). Les deux premières de ces approches ont, à ce jour, été appliquées principalement à l'étude de la créativité dans le domaine scientifique; la troisième approche, elle, a été appliquée à l'étude de la créativité dans le domaine artistique.

1.1. Créativité dans le domaine de la découverte scientifique

Jusqu'à tout récemment, les études de terrain de la créativité se sont surtout intéressées aux processus associés au raisonnement scientifique et au processus de découverte scientifique (e.g., Blanchette & Dunbar, 2001; Dunbar, 1994, 1997, 2001a, 2001b; Dunbar & Baker, 1994; Giere, 1988; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003).

1.1.1. Études du raisonnement scientifique

1.1.1.1. Approche *in vivo* / *in vitro*

L'approche adoptée par Dunbar et collègues (Blanchette & Dunbar, 2001; Dunbar, 1994, 1997, 2001a, 2001b; Dunbar & Baker, 1994) emprunte son inspiration à la biologie, tout autant pour ce qui est de sa stratégie générale de recherche que pour son appellation; il s'agit de l'approche *in vivo* / *in vitro*. Celle-ci consiste en la combinaison d'études de la cognition en milieu naturel (i.e., cognition *in vivo*) – sur le terrain – par l'observation directe, la cueillette et l'analyse de protocoles verbaux, et d'études en laboratoire (i.e., cognition *in vitro*), au moyen d'expérimentation

contrôlée (voir Dunbar & Blanchette, 2001). Par cette approche, divers aspects du raisonnement scientifique ont été étudiés : changement conceptuel en science, cognition distribuée, les contraintes sociales associées au processus de découverte scientifique, le raisonnement analogique (e.g., Blanchette & Dunbar, 2001; Dunbar, 1994, 1997, 2001a, 2001b; Dunbar & Baker, 1994; Dunbar & Blanchette, 2001).

L'approche *in vivo* / *in vitro* permet l'étude des processus cognitifs complexes de la créativité, en contexte "réel" ou, autrement dit, en milieu naturel. Les objectifs principaux de cette approche sont de (1) découvrir des mécanismes cognitifs fondamentaux associés à la cognition créative et (2) découvrir comment de multiples processus cognitifs se coordonnent pour produire des changements cognitifs (Dunbar, 1997). De plus, selon Dunbar, cette approche peut permettre de mieux comprendre quels aspects de la recherche *in vitro* sont généralisables au monde extérieur et, ainsi, inspirer de nouveaux types d'expériences à effectuer en laboratoire.

Bien que faisant partie du courant d'études de la cognition créative faisant appel à l'observation directe, les études de Dunbar et collègues mettent l'emphasis principalement sur l'étude de processus cognitifs fondamentaux, plutôt que sur les particularités du, ou des, cas étudiés sur le terrain. Cet intérêt, soit plutôt pour les processus fondamentaux ou plutôt pour les particularités uniques à chaque étude de terrain / de cas, constitue une dimension à prendre en compte dans ce type d'étude. En fait, l'accès à, et l'étude de, processus créatifs et cognitifs en milieu naturel permet de s'intéresser à des dimensions plus situées, plus historiques, ou même biographiques des processus observés. Autrement dit, comme il a souvent été le cas dans l'étude de la créativité (e.g., Gruber, 1981; Gardner, 1993), il peut devenir d'intérêt, dans les études de terrain de la créativité, de prendre en compte les

processus créatifs et cognitifs plus clairement individuels. Ce ne sont d'ailleurs, bien souvent, que ce type d'études, de terrain ou de cas, qui le permet². Plus on s'intéresse à des processus cognitifs fondamentaux, plus les résultats obtenus sont potentiellement généralisables; mais aussi, plus on s'intéresse à des processus situés, plus ceux-ci ont de validité (écologique) pour le milieu, le contexte, étudié. Le choix d'effectuer une étude avec un focus plutôt sur les processus fondamentaux ou plutôt sur les aspects situés, contextualisés, repose toujours sur les buts spécifiques de l'étude en question et sur l'application envisagée des résultats de celle-ci. Les deux prochaines approches, ethnographiques et multi-méthodes, tendent à être plus proches des spécificités, de la nature située, des cas étudiés.

1.1.1.2. Approche ethnographique

Une seconde approche de l'étude de la créativité en milieu naturel, dans le domaine scientifique, est l'approche de Nersessian et collègues (Kurz-Milcke, Nersessian, & Newstetter, 2004; Nersessian, Kurz-Milcke, & Davies, 2005; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003). Cette approche vise à comprendre le raisonnement scientifique et les pratiques représentationnelles, utilisées dans le processus de résolution de problème, dans le contexte de laboratoires d'ingénierie biomédicale. Il s'agit donc, ici aussi, comme dans le cas des études de Dunbar, d'études de terrain; tout comme dans le cas de Dunbar et collègues, Nersessian et collègues procèdent à une observation en milieu naturel. Diverses données sont recueillies et analysées, toujours des données d'observation.

² Il est à noter que les études de cas, qu'elles soient effectuées sur le terrain ou non, ont toujours eu une place importante dans la recherche en psychologie de la créativité, plus importante, probablement, que dans la plupart que des autres branches de la psychologie. Historiquement, des études de cas de la créativité ont été effectuées à partir d'un ensemble d'approches, allant de la psychanalyse à – aujourd'hui – la psychologie cognitive (Wallace, 1989).

Le but de l'analyse ethnographique est de comprendre les *pratiques cognitives*. Plus spécifiquement, ce but est décrit ainsi : « to uncover the situated activities, tools, and interpretative frameworks utilized in an environment that support the work and the on-going meaning-making of a community. » (Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003, p. 858)³. L'analyse ethnographique, dont il est question ici, est enracinée dans les sciences cognitives; il s'agit d'une forme d'ethnographie cognitive, tirant ses sources des études récentes en psychologie et en anthropologie cognitives ainsi qu'en histoire cognitive des sciences. Ses concepts proviennent directement des sciences cognitives et le courant duquel ce type d'analyse se rapproche le plus est celui de l'étude de la cognition située et distribuée.

À l'instar de Dunbar, mais de façon plus explicite, cette fois-ci, Nersessian considère le système cognitif à l'étude comme un système cognitif distribué. Il est vrai que même si le focus se fait plus sur la cognition individuelle (e.g., processus cognitifs analogiques) dans le cas des études de Dunbar, celui-ci souligne déjà l'importance des processus distribués dans le raisonnement scientifique [Dunbar, 1997])⁴. Là où Nersessian et collègues se distinguent, c'est en s'intéressant à la résolution de problème *située et distribuée* dans les laboratoires d'ingénierie biomédicale; ils se distinguent aussi en considérant ces laboratoires, en eux-mêmes, comme des *espaces problèmes*; l'espace *cognitif* dont ils tiennent compte inclut donc les représentations externes, les artefacts, outils de travail, tout autant que les agents humains et leurs représentations (Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies,

³ « [...] découvrir les activités situées, les outils, et les cadres d'interprétation utilisés, dans un environnement, qui servent de support au travail et à la constante construction de sens d'une communauté. » [traduction libre]

⁴ Les études des processus cognitifs et créatifs, lorsqu'elles font appel à des méthodologies de terrain, et qu'elles se déroulent dans le cadre des sciences cognitives, tendent à s'intéresser à, ou à reconnaître, l'aspect distribué des processus à l'étude.

2003). Cette approche est très proche de celle de Hutchins (1995), un anthropologue oeuvrant en sciences cognitives qui étudie la cognition distribuée⁵.

Additionnellement, Nersessian et collègues combinent à l'approche ethnographique, décrite précédemment, l'analyse *cognitive-historique*⁶. Cette dernière a pour but d'enrichir notre compréhension de la cognition en examinant le développement, dans le temps, des pratiques cognitives et représentationnelles en science et en ingénierie⁷. Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter et Davies (2003) considèrent que cette approche de méthodologies mixtes est essentielle au développement d'une compréhension intégrée du type de cognition, distribuée et évoluant dans le temps, associée aux laboratoires d'ingénierie biomédicale.

1.2. Créativité dans le domaine de la création artistique

Bien que plusieurs études du raisonnement scientifique aient procédé à des études de terrain, combinant le plus souvent diverses méthodologies, au cours des dix dernières années, très peu d'études du processus de création artistique, ou de la pratique artistique, ont été effectuées ainsi sur le terrain⁸.

1.2.1. Études des processus de création et de pratique artistique

⁵ Hutchins (1995a, 1995b) s'intéresse principalement aux processus cognitifs distribués associés aux systèmes de navigation (e.g., navires de la marine américaine; avions de ligne). Pour Hutchins (1995), *l'hypothèse des Systèmes Symboliques Physiques* (SSP), de Newell et Simon (1976), ne serait pas, en fait, un modèle de la cognition individuelle, mais plutôt un modèle de l'opération d'un système socio-culturel.

⁶ Pour des exemples de cette approche *cognitive-historique*, voir Gooding (1990), Gorman et Carlson (1994), Nersessian (1992, 1999), Tweney (1985).

⁷ D'autres chercheurs ont aussi procédé, plus récemment, à ce type d'analyse dans le domaine de l'étude de la créativité scientifique; par exemple, Dasgupta (2003) a effectué une étude du « style cognitif » du psychologue, chercheur en intelligence artificielle, et Prix Nobel d'économie de 1978, Herbert Simon.

⁸ En fait, bien que la psychologie de la créativité, depuis ses tous débuts, foisonne d'études de cas, presque aucune de celles-ci ne repose sur du travail de terrain ni sur des données de nature empirique plutôt que simplement historique (voir section 4.2.1.1. et ses sous-sections).

Récemment, quelques études du processus de création artistique ont fait leur apparition (e.g., Mace, 1997; Mace & Ward, 2002). Mais, aussi surprenant que ça puisse paraître, en psychologie de la créativité, des années 50 jusqu'à tout récemment, on s'est peu ou pas intéressé au processus, ni à la pratique, menant à la création de véritables oeuvres artistiques (Mayer, 1999; Albert & Runco, 1999).

Certaines de ces études du processus de création en art sont issues de la tradition cognitive en psychologie (Yokochi & Okada, 2004, 2005; Leclerc & Gosselin, 2004b, 2005a); ce type d'études – du processus de création artistique ou de la pratique artistique – constitue un développement très récent dans le domaine. Notons que l'on observe aussi, même si elles ne portent pas sur la création artistique comme telle, depuis déjà une quinzaine d'années, de plus en plus d'études en psychologie cognitive s'intéressant aux processus cognitifs créatifs (e.g., Finke, Ward, Smith, 1992; Ward, Smith, & Vaid, 1997).

1.2.1.1. Approche multi-méthodes

Yokochi et Okada (2004) écrivent : « At this early stage of cognitive study on artistic creation, it seems that multi-method approaches are most appropriate » (p. 1488)⁹. Yokochi et Okada donnent ensuite, à titre d'exemple, les travaux de Getzels et Csikszentmihalyi (1976) où, déjà, la créativité était étudiée par une approche multi-méthodes : tests psychométriques, observation directe et entrevues avec étudiants en art et artistes professionnels.¹⁰

⁹ « À ce stade, encore très tôt, de l'étude cognitive de la création artistique, il semble que les approches multi-méthodes soient plus appropriées » [traduction libre]

¹⁰ Il est à noter que l'exemple de cet usage d'une approche multi-méthodes, par Getzel et Csikszentmihalyi, relativement tôt dans l'histoire de la psychologie de la créativité est plutôt atypique, au sens où peu d'études, toutes proportions gardées, ont procédé de cette façon, jusqu'à tout récemment. Les travaux de Getzels et Csikszentmihalyi, datant déjà d'une trentaine d'années, et effectués dans un cadre autre que celui de la psychologie cognitive, demeurent exemplaires en tant

L'étude de Yokochi et Okada (2004, 2005) du processus de création d'un peintre traditionnel *Suibokuga* (i.e., peinture monochrome à l'encre noire) a été effectuée grâce à une combinaison de trois méthodes : (1) observation directe, (2) une étude expérimentale effectuée sur le terrain (i.e., *field experiment*), et (3) entrevue. La période d'observation s'est déroulée de 1998 à 2001; additionnellement, une entrevue a été effectuée avec le sujet en 2003.

1.2.1.1.1. Observation directe

L'observation s'est effectuée sur une période allant de 1998 à 2001. Le peintre a été observé sur son lieu de travail (e.g., temples ou lieux de pèlerinage où il peint, habituellement, les portes *fusuma* (i.e., coulissantes). À une occasion, l'observation s'est effectuée à l'aide de deux caméras vidéo, chacune placée de l'un des deux côtés des portes *fusuma*, dans le but d'enregistrer le processus même de création de l'image créée par le peintre (Yokochi & Okada, 2004). Ces données d'observation ont été analysées en fonction des déplacements, du mouvement, de l'artiste; ainsi, en cours d'analyse, l'espace utilisé par l'artiste a été segmenté en quatre zones distinctes, correspondant aux zones utilisées par celui-ci, pour former progressivement sa peinture. De cette façon, on a pu décrire le processus, les déplacements et les étapes de création de l'image. On a aussi observé le rôle de certains mouvements de main – mouvements de son pinceau dans les airs – effectués par le peintre, avant de commencer ou de recommencer à peindre. L'analyse des données d'observation, conjointement avec l'entrevue de suivi, suggère le rôle de processus de planification et de contrôle actifs, associés aux mouvements effectués par le peintre.

qu'étude combinant observation directe et autres méthodes, et faisant appel à des étudiants en arts et artistes professionnels comme sujets.

1.2.1.1.2. Expérience de terrain

Remarquant, au cours de la période d'observation, qu'en faisant ses peintures devant public, le peintre incorpore des lignes aléatoires dessinées par des gens du public et qu'il bâtit sa peinture sur la base de ces lignes, Yokochi et Okada (2004) ont procédé à une expérience de terrain. Cette expérience était constituée de deux conditions expérimentales : LINES et BLANK. Dans la première condition, on demandait à l'artiste de peindre huit peintures, chacune à partir de quinze lignes dessinées de façon aléatoire par les deux expérimentateurs. Dans la seconde condition, il devait peindre huit peintures sur des feuilles blanches. Le processus a été enregistré par deux caméras vidéo, encore une fois. Le peintre a consacré au total cinq jours, échelonnés sur une période de six mois, à peindre l'ensemble des seize peintures requises. Cette expérience de terrain, et une procédure expérimentale additionnelle¹¹, ont produit des résultats suggérant que les lignes ajoutées de façon aléatoire influence l'oeuvre peinte, que ces lignes créent de nouvelles contraintes sur le processus de dessin du peintre et qu'il semble y avoir des différences entre le produit de ces deux conditions, l'impression que donne chacune de ces peintures (i.e., les images produites dans la condition LINES sont jugées comme ayant plus de *vitalité* alors que les images de la condition BLANK sont jugées comme ayant plus de *simplicité* et une *bonne composition*). Selon Yokochi et Okada, les lignes semblent créer de nouvelles contraintes sur la façon de dessiner du peintre et l'obliger à créer de nouvelles formes. Ces formes, de plus, semblent s'éloigner des formes traditionnelles de ce type de peinture, *Suibokuga*.

¹¹ Une expérience, en laboratoire, où étaient présentées les images produites par le peintre à vingt étudiants pour évaluer leurs impressions face à ces peintures.

1.2.1.1.3. Entrevue

Yokochi et Okada (2004) ont procédé à une entrevue, en 2003, une fois terminée la période d'observation. Cette entrevue avait pour but d'effectuer un suivi avec le sujet. Yokochi et Okada ne décrivent pas en détail l'analyse de ces données d'entrevue, cependant cette analyse semble : (1) renseigner les chercheurs sur le processus et les étapes de création de l'artiste (e.g., le fait que le peintre dise ne pas former ou visualiser l'image complète, avant de commencer à dessiner, mais seulement certains éléments de cette image) et (2) sur la base de ces informations, l'analyse des données d'observation est effectuée et sert à répondre aux questions soulevées par l'analyse des données d'entrevue.

1.2.1.2. Approche ethnographique et multi-méthodes

La présente étude (Leclerc & Gosselin, 2004a, 2004b, 2005a, 2005b) se situe dans ce même courant récent, cognitiviste, d'études de terrain des processus de création et de la pratique artistique (e.g., Yokochi & Okada, 2004, 2005)¹². Comme dans ces études, nous examinerons le processus artistique : (1) en milieu naturel, (2) avec une artiste professionnelle, (3) par une approche multi-méthodes. Ainsi, l'approche que nous adoptons est de type ethnographique et multi-méthodes. De plus, la présente étude s'intéresse principalement aux processus entourant la pratique artistique, donc aux règles liées à la mise sur pieds, au maintien et à la gestion d'une telle pratique.

¹² Et du courant d'études des processus de découverte en science (e.g., Dunbar & Blanchette, 2001; Klahr, 2000; Klahr & Simon, 1999; Nersessian, 2004).

2. La créativité artistique comme processus situé de résolution de problème

On doit se demander dans quel cadre théorique les études de terrain de la créativité sont conduites, dans quel cadre elles pourraient ou devraient l'être; qu'une étude soit de terrain ou non, celle-ci se situe toujours dans un cadre théorique et celui-ci se doit d'être explicité. La présente étude a choisi de concevoir la création artistique comme *processus situé de résolution de problème*; nous concevons le processus de création à la fois comme processus de résolution de problème et comme processus situé. Il s'agit d'une approche nouvelle et novatrice; pour la première fois, ces deux courants distincts de recherche sont réunis dans le but d'étudier le processus de création et la pratique artistique.

2.1. La créativité artistique en tant que résolution de problème

Il existe maintenant une tradition d'étude de la créativité se basant sur la perspective de la théorie de résolution de problème (Newell & Simon, 1972). Dans ce cadre, les processus créatifs sont conçus comme des cas spéciaux du processus de résolution de problème (e.g., Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw & Zytkow, 1987; Newell, Shaw & Simon, 1962; Thagard, 1999)¹³. Les processus psychologiques impliqués dans la découverte scientifique ont tout particulièrement été étudiés de ce point de vue. La créativité en tant que processus de résolution de problème constitue le premier volet du contexte théorique qui guide notre projet de recherche (voir section 2.2 pour le second volet de notre cadre théorique).

¹³ Ces études ne sont généralement pas des études de terrain. Il s'agit souvent d'études soit historiques, soit computationnelles, ou combinant ces deux approches (e.g., Kulkarni & Simon, 1988).

La récente revue de littérature de Klahr et Simon (1999) présente les quatre approches majeures ayant servi à étudier le processus psychologique de découverte scientifique en tant que processus de résolution de problème : (1) l'approche historique, (2) les études en laboratoire, (3) l'observation directe et (4) les études computationnelles. Ce que notent Klahr et Simon, c'est que, dans le cadre de la théorie de résolution de problème, l'étude de la créativité dans le domaine de la découverte scientifique a conduit à des résultats convergents. Étant donné cette constatation, et quelle que soit l'approche méthodologique utilisée, Klahr et Simon proposent que, par l'utilisation des concepts et du vocabulaire de la théorie de résolution de problème, « [...] we may be able [...] to converge toward a common account of discovery in many areas of human endeavor: practical, scientific and artistic, occurring both in everyday life and in specialized technical and professional domains. » (p. 524)¹⁴. Les concepts et le vocabulaire de la théorie de résolution de problème, dont il est ici question, sont ceux d'espace problème – états, opérateurs, buts – , de règles heuristiques, de méthodes faibles et fortes de recherche (e.g., *hill-climbing*, *means-end analysis*, *planning* [Newell & Simon, 1972]).

Jusqu'à aujourd'hui, très peu d'études des processus cognitifs impliqués dans la création artistique ont été faites du point de vue de la théorie de résolution de problème (une rare exception est Weisberg, 1993)¹⁵. Et, parmi les rares études faites en ce sens, aucune ne s'est intéressée au processus de création, ni à la pratique

¹⁴ « [...] nous pouvons être capables de ... converger vers un même compte rendu de la découverte [le processus de découverte] dans plusieurs domaines de l'activité humaine : pratique, scientifique et artistique, se produisant tout autant dans la vie quotidienne que dans les domaines spécialisés et professionnels. » [traduction libre]

¹⁵ Même si les études de Dunbar, Nersessian et collègues s'intéressent aux processus de résolution de problème, elles ne le font pas en se fondant explicitement sur la théorie de résolution de problèmes. De plus, ces études ne se sont pas penchées sur le processus de création artistique.

artistique, en contexte réel – ce qui implique et permet pourtant l'observation directe du travail de création; les quelques études antérieures, de ce type, se sont plutôt basées sur des données historiques.

2.1.1. Espaces de recherche de la découverte scientifique

Les *espaces de recherche* ou *espaces problèmes* sont des espaces abstraits – représentationnels, conceptuels – explorés par l'agent qui résout un problème, durant le processus de résolution de problème. Dans le cas du processus de découverte scientifique, on a découvert deux, trois ou même de multiples espaces de recherche impliqués dans le processus de résolution de problème (e.g., Klahr & Dunbar, 1988; Kulkarni & Simon, 1988; Schunn & Klahr, 1995; Thagard, 1998; Wolf & Beskin, 1996; see also Klahr & Simon 1999; Klahr, 2000). Le modèle traditionnel du processus de découverte en science, basé sur les travaux de Simon et Lea (1974) sur la résolution de problème et l'induction de règles, postule deux espaces de recherche; ce modèle a d'abord été proposé par Klahr et Dunbar (1988). Selon ce modèle, le processus de découverte scientifique s'effectue dans l'activité coordonnée de deux espaces de recherche : (1) l'espace d'hypothèses et (2) l'espace d'expérimentation. Ainsi, le processus de découverte scientifique implique la génération de nouvelles hypothèses et expériences; ensuite, ces expériences servent à évaluer les hypothèses et à continuer d'en générer de nouvelles. Ceci peut donc être considéré comme un processus de résolution de problème.

2.1.2. Espaces de recherche de la création artistique

De la même façon que pour le processus de découverte en science, on peut poser la question : dans quel espace de recherche, et par quels processus, est effectuée cette recherche ? Et, tout comme dans le cas du processus de découverte en science,

on fait face à la possibilité que le travail artistique puisse s'effectuer dans de multiples espaces de recherche, correspondant à de multiples problèmes et sous-problèmes impliqués, et résolus, dans le contexte d'une pratique artistique. Quels sont ces espaces qui permettent de résoudre les problèmes inhérents au travail d'artiste ?

2.2. La création artistique en tant qu'activité située

Envisager la création artistique comme *processus situé de résolution de problème* implique non seulement, comme fondement théorique, la théorie de résolution de problème, mais aussi la perspective des approches situées de la cognition et de la créativité.

Depuis déjà une quinzaine d'années, de multiples approches dédiées à l'étude de la cognition et du comportement, tout autant en psychologie cognitive, en philosophie, en intelligence artificielle qu'en anthropologie cognitive se sont penchées sur la nature "située", contextuelle, de cette cognition, de ce comportement (e.g., Clark & Chalmers, 1998; Hutchins, 1995; Nersessian, 2004; Norman, 1993; Vera & Simon, 1993). Cette même nature, située, est à la base des définitions actuelles du processus créatif en psychologie de la créativité (Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Feldman, Csikszentmihalyi & Gardner, 1994). Ce courant de la cognition et de l'action situées donne aussi un sens renouvelé à la théorie de la résolution de problème (Vera & Simon, 1993; voir aussi Norman, 1993).

Feldman et al. définissent la créativité, scientifique ou artistique, comme résultant de la relation entre un domaine, un individu et l'organisation sociale du domaine. Csikszentmihalyi (1999) écrit, « For creativity to occur, a set of rules and practices must be transmitted from the domain to the individual. The individual must then produce a novel variation in the content of the domain. The variation then must

be selected by the field [the social organization of the domain] for inclusion in the domain. » (p. 315)¹⁶.

Notre étude des processus cognitifs impliqués dans la création artistique se fonde sur cette définition de la créativité et implique donc l'élaboration d'un cadre et de méthodes plus appropriés pour l'étude de ces processus, dans le contexte d'une pratique artistique réelle. Une pratique artistique contemporaine, et les processus cognitifs qui la composent, sont toujours situés. Notre cadre théorique rassemble ainsi ces deux perspectives : (1) la créativité en tant que processus de résolution de problème et (2) la créativité en tant que processus cognitif situé. Notre étude de la création artistique dans le domaine des arts visuels conçoit les processus cognitifs impliqués dans celle-ci comme des *processus situés de résolution de problème*.

3. Modélisation de la pratique artistique

3.1. Les espaces de recherche d'une pratique artistique

Une fois envisagée en tant que résolution de problème située, la pratique artistique apparaît comme un ensemble d'opérations cognitives prenant place dans un ou plusieurs espaces de recherche, dans le contexte d'une réelle pratique artistique. Bien que de tels espaces cognitifs aient déjà été identifiés, et jugés utiles à la compréhension du raisonnement scientifique, un travail important reste à faire pour étudier et comprendre la pratique artistique dans cette perspective.

Tout comme dans le cas du raisonnement scientifique et de l'étude des processus cognitifs liés au processus de découverte scientifique (Klahr & Simon,

¹⁶ « pour qu'il y ait créativité, un ensemble de règles et de pratiques doivent être transmises d'un domaine à un individu, et celui-ci doit produire des variations nouvelles dans le contenu de ce domaine, et puis ces variations doivent être sélectionnées par le champ [l'organisation sociale du domaine] pour être incluses dans ce domaine. » [traduction libre]

1999; voir aussi Klahr, 2000), le “raisonnement artistique” implique un ensemble de processus cognitifs et d’opérations effectuées dans des espaces de recherche bien spécifiques. Cependant, jusqu’à maintenant, aucune étude n’a tenté de définir ces espaces cognitifs de la pratique artistique ni, plus particulièrement, de la pratique artistique contemporaine.

3.2. Les systèmes de production comme modèles de pratique artistique

Comme il y a eu très peu d’études de la créativité artistique comme processus de résolution de problème, il y a eu encore moins d’efforts dirigés vers le développement de modèles computationnels, dans le cadre de la théorie de résolution de problème. De plus, la plupart des modèles computationnels de la créativité, ces dernières années, ont été des modèles de la créativité impliquée dans le processus de découverte scientifique (e.g., Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987; Schunn & Anderson, 1998), ce qui correspond au grand nombre d’études de la découverte scientifique effectuées sur la base de la théorie de résolution de problème (voir sections 2.1, 2.1.1).

Une des façons de modéliser les processus cognitifs, en général, et, plus spécifiquement, les processus liés à la pratique artistique est à l’aide de systèmes de production. Ces systèmes ont leur origine dans les études d’Emil Post (1943) sur les systèmes à base de règles (Jackson, 1999). Les systèmes de production ont été adoptés très tôt par les chercheurs en sciences cognitives en tant que formalisme pour modéliser le langage, la mémoire et la créativité (e.g., Anderson, 1976; Chomsky, 1957; Newell & Simon, 1965; Kulkarni & Simon, 1988; Schunn & Anderson, 1998). Selon Anderson et Lebiere (1998), « [...] [production systems] are the only modeling formalism capable of spanning a broad range of tasks, dealing with complex

cognition, in complete detail, and with a high degree of accuracy. » (p. 3)¹⁷. Il s'agit d'une affirmation audacieuse, mais des théories et modèles cognitifs comme celui de Anderson, ACT-R, ou d'autres de ce type, comme SOAR, tendent à appuyer de façon sérieuse celle-ci.

4. Étude de cas : Isabelle Hayeur

Pour illustrer notre approche de la créativité artistique comme processus situé de résolution de problème, nous avons effectué une étude de cas du travail et de la pratique artistique de l'artiste canadienne contemporaine Isabelle Hayeur.

4.1. Isabelle Hayeur : Artiste contemporaine

4.1.1. Statut professionnel

Isabelle Hayeur est une artiste canadienne professionnelle. Elle est artiste professionnelle au sens de la *Loi sur le statut professionnel des artistes des arts visuels, des métiers d'art et de la littérature et sur leurs contrats avec les diffuseurs* (L.R.Q., chapitre S-32.01) du Québec; elle a reçu de multiples bourses, tout autant du Conseil des Arts du Canada que du Conseil des Arts et des Lettres du Québec. Son travail a été présenté au niveau national et international.

4.1.2. Expérience

Cette artiste travaille principalement avec la photographie digitale et la vidéo. Ses photomontages digitaux et ses bandes vidéos ont été montrées dans de multiples expositions individuelles et collectives, et lors de divers festivals, dans plusieurs pays : Angleterre, Australie, Belgique, Canada, Chili, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, États-Unis, France, Finlande, Allemagne, Italie, Japon, Malaisie, Mexique,

¹⁷ « [...] [les systèmes de production] sont le seul formalisme de modélisation capable de couvrir une grande étendue de tâches, touchant à la cognition complexe, en détail, et avec un haut niveau de précision. » [traduction libre]

Portugal, Pologne, et Serbie. Elle crée aussi des projets d'art Internet et des installations *in situ*.

4.1.3. Travail artistique

Son travail artistique traite principalement de l'impact qu'a le « modèle occidental de développement » sur l'environnement; ses images montrent souvent des paysages, en partie idylliques, en partie désenchantés – presque dévastés, paysages où l'intervention humaine est toujours présente¹⁸. La série à laquelle travaillait l'artiste, principalement, durant notre projet était la série *Destinations*.



Figure 1 : *Alluvions*, série *Destinations*, 2003



Figure 2 : *Torrent*, série *Destinations*, 2003

¹⁸ Les photomontages numériques, créés par l'artiste à l'ordinateur, sont habituellement de très grand format (jusqu'à 15 pieds de largeur ou plus); certains ont fait l'objet de projets *in situ*.

4.1.4. Contexte socio-économique et succès artistique

Cette artiste est une artiste qui réussit, professionnellement et artistiquement, malgré le contexte et les conditions très difficiles du milieu des arts visuels au Québec (voir l'enquête sociologique exhaustive¹⁹ de Bellavance, Bernier, Laplante, 2001, pour un aperçu des conditions de pratique des artistes en arts visuels au Québec). Nous basant sur l'enquête de Bellavance et al., et sur la feuille de route de l'artiste, nous considérons Isabelle Hayeur comme un exemple d'une artiste en début de carrière qui réussit; se référant à Bellavance et al., cette artiste peut être considérée comme représentative des autres artistes visuels obtenant du succès dans ce même contexte socio-économique.

4.2. Méthode

4.2.1. Étude de terrain

Le présent projet de recherche consiste en une étude de terrain de la pratique artistique, et des processus liés à cette pratique, de l'artiste visuelle contemporaine Isabelle Hayeur.

4.2.1.1. Études de cas et études de terrain

Il s'agit en fait, à la fois, d'une étude de terrain, l'entièreté des données ayant été recueillies sur le terrain, et d'une étude de cas, compte tenu du fait que l'étude s'intéresse principalement à un contexte spécifique, unique, et aux processus liés à la pratique artistique d'un seul individu²⁰.

¹⁹ Cette enquête a été effectuée à la demande du plus important groupe d'artistes visuels professionnels québécois, le *Regroupement des Artistes en Arts Visuels du Québec (RAAV)*.

²⁰ Stake (1995) définit le « cas », dans les études de cas, comme un type de système; ce système peut être un individu, un groupe d'individus, une institution, etc. La présente étude s'intéresse à un individu tout en considérant que le cas étudié est double : cet individu et, aussi, son contexte social, culturel et économique (Leclerc & Gosselin, 2004a, 2004b, 2005a). Nous avons tout de même choisi de placer

Nous pouvons dire ici que le « cas » étudié ici n'est pas simplement le sujet au centre de l'étude (i.e., Isabelle Hayeur), mais bien aussi son contexte socio-économique et, surtout, l'adaptation de celle-ci à ce contexte. Le cas étudié, donc, se veut le système englobant à la fois sujet et contexte, ceci dans une perspective de cognition distribuée (voir Hutchins, 1995). Autrement dit, les « règles » ou « processus » mis à jour en cours d'étude, sont considérés comme des règles ou processus situés, distribués. Nous considérons les questions de recherche : « Quels sont les problèmes auxquels font face les artistes ? Quels sont les espaces de recherche explorés pour résoudre ces problèmes ? Et, quels sont les règles et opérateurs utilisés dans ce processus de résolution de problème ? » comme des questions portant sur des processus contextualisés, situés, distribués.

Les études de cas sont fréquentes en psychologie de la créativité (e.g., Gardner, 1993; Gruber, 1981; Kulkarni & Simon, 1988). Les études de cas, cependant, ne sont pas par définition des études de terrain; les études de cas, dans ce domaine, reposent le plus souvent sur des données de nature historique et même, bien souvent, sur des données provenant de sources secondaires (e.g., Gardner 1993). Et, dans les 50 à 60 années de l'histoire moderne de la psychologie de la créativité, très peu des études de cas d'artistes, ou de créateurs d'autres domaines, très peu – presque aucune – de ces études n'ont été des études de terrain, particulièrement pour ce qui est de l'étude de la *création artistique*.

Les études de terrain, elles, sont le plus souvent, presque par définition, des études de cas. On peut certes envisager d'autres types d'études effectuées sur le

l'emphase sur la première de ces composantes, l'individu, tout en étant conscient du fait que son comportement est adapté et reflète la seconde de ces composantes, son environnement.

terrain (p. ex., des études expérimentales), cependant, la grande majorité des recherches en sciences humaines et sciences sociales, faisant appel à l'étude de terrain, repose sur des études de cas.

Quoi qu'il en soit, la présente étude est à la fois une étude de cas et de terrain, et ceci représente une innovation au niveau méthodologique²¹ par rapport à ce qui s'est fait traditionnellement en psychologie de la créativité, par le fait même de baser une étude de cas sur du travail de terrain, sur des données empiriques, sur l'étude du travail d'une artiste contemporaine – toujours vivante et active à l'époque actuelle (i.e., toujours disponible pour du travail d'observation, entrevues, etc.). Cette approche, étude de cas et de terrain, combinée, permet de recueillir des données plus fiables pour l'étude de la pratique et des processus artistiques (plus fiables que l'unique utilisation, usuelle dans le domaine, de données de nature historique).

4.2.1.2. Données

Puisqu'il s'agit ici d'une étude de terrain, d'une étude de type ethnographique ou multi-méthodes (pour reprendre l'expression de Yokochi et Okada, 2004, 2005), les données recueillies ont été de plusieurs types : principalement des données verbales et aussi des données d'observation. Kulkarni et Simon (1988) ont discuté de l'utilisation de données provenant de diverses sources, de l'utilisation de divers types de données, pour l'élaboration de modèles de processus liés à la créativité, processus se déroulant sur des périodes de temps relativement longues – parfois de plusieurs mois, voire même d'années (p. ex., les processus de découverte dans le domaine

²¹ Le seul autre exemple d'un travail de ce type, qui s'inscrive dans la tradition de la psychologie cognitive, à l'heure actuelle est celui de Yokochi & Okada (2004, 2005).

scientifique); dans ce contexte, où la cueillette de protocoles en continu n'est pas pratique, le recours à d'autres types de données est requis.

Des données de divers types ont été recueillies, enregistrées, sur le terrain – à l'atelier de l'artiste : entrevues, enregistrement en temps réel de l'activité de création à l'ordinateur, photographie du lieu et des outils de travail, etc. Des notes de terrain détaillées ont aussi été prises pour l'entière durée du projet. Un tel regroupement de données permet l'enregistrement de processus impliquant un ensemble distribué d'activités et d'outils (voir Clancey, 2001). Toutes les données, à l'exception des notes de terrain, ont été enregistrées de façon numérique; le volume de données archivées totalise près de 30 gigaoctets.

Il est important de noter que les données de type observationnelles recueillies au cours du projet n'ont servi qu'à corroborer ou à supporter l'analyse des données verbales recueillies dans le cadre d'entrevues; elles ont donc permis de valider ou d'invalidier, en cours d'analyse, certaines des règles – processus – de pratique artistique mises au jour. De plus, notons que la présente étude se situe à la croisée des chemins entre les approches d'observation et les approches computationnelles (Klahr & Simon, 1999); les données recueillies et analysées ont donc servi à construire un modèle computationnel des processus liés à la pratique d'une artiste contemporaine.

4.2.1.2.1. Entrevues

4.2.1.2.1.1. Phase I : Entrevues initiales

Dans une première phase, de mai à octobre 2003, huit entrevues semi-structurées ont été effectuées, sur une période de six mois à l'atelier de l'artiste (Leclerc & Gosselin, 2003). Notre technique d'entrevue s'est inspirée de la méthode traditionnelle d'analyse de protocole verbal (Ericsson & Simon, 1993) pour recueillir

des rapports verbaux; les entrevues ont été conduites dans le but de produire des données apparentées à ce qu'Ericsson et Simon nomment des « verbalisations de niveau 2 ». Ce type de verbalisation implique, principalement, des informations d'ordre descriptif; au cours des entrevues, nous avons donc demandé à Isabelle Hayeur de *décrire* les activités liées à sa pratique artistique, non pas d'*expliquer* ces activités.

Les entrevues ont été enregistrées de façon numérique; chaque entrevue était d'une durée de 30 à 60 minutes. Celles-ci ont été transcrites verbatim et représentent, au total, 74 507 mots. Les entrevues ont été classées, sauvegardées et analysées grâce à Atlas.ti, logiciel spécialisé dans l'analyse qualitative de données.

4.2.1.2.1.2. Phase II : Entrevues de validation du modèle

Dans une seconde phase, d'octobre à décembre 2004, nous avons procédé à quatre entrevues additionnelles dans le but de compléter le modèle computationnel développé – sur une période d'un an – entre la fin de la première phase d'entrevues et la seconde phase. Pour cette seconde série d'entrevues, nous avons considéré l'artiste comme un *expert de son propre domaine* (i.e., un expert de sa propre pratique artistique; au sujet des « entrevues d'expert », utilisées dans le domaine de la recherche en intelligence artificielle et en ingénierie de systèmes experts, voir McGraw & Harbison-Briggs, 1989; Meyer & Booker, 1991). Ces entrevues additionnelles nous ont permis d'ajouter des éléments manquants au modèle et de procéder à un premier type de validation de celui-ci (voir section 4.2.2, et ses sous-sections, ainsi que les Articles II & III, pour la description du modèle).

4.2.1.2.2. Observation

4.2.1.2.2.1. Période d'observation

La période d'observation a duré environ 20 mois, soit près de deux ans, de mai 2003 à décembre 2004. Cette période correspond à la période durant laquelle nous avons recueilli des données d'observation, de divers types, en parallèle aux données verbales – d'entrevues – recueillies (voir les sections qui suivent pour la description des données d'observation recueillies).

4.2.1.2.2.2. Types d'observation

4.2.1.2.2.2.1. Observation participante

Flick (2002) présente “l'observation participante” comme la forme la plus utilisée d'observation pour la recherche de terrain. Se référant à Denzin (1989), Flick définit ainsi ce type d'observation, en énumérant certaines de ses caractéristiques, ou composantes : « [...] a field strategy that simultaneously combines document analysis, interviewing of respondents and informants, direct participation and observation [...] » (p. 139)²². Selon cette définition, en fait, l'ensemble des données recueillies au cours du présent projet, constitue une « observation participante ». Cependant, pour des raisons d'ordre pratique, et pour distinguer clairement les divers types de données recueillies en cours de projet, nous choisissons plutôt de donner une définition restreinte à cette expression d' « observation participante »; en l'utilisant, nous entendons uniquement l'observation directe effectuée par l'investigateur principal, et les notes de terrain accompagnant cette observation. Nous excluons donc toute forme d'observation plus “objective” (e.g., enregistrement audio, photo, etc.) n'impliquant ni la participation directe de l'investigateur, ni son interaction avec le sujet.

²² « [...] stratégie de terrain combinant plusieurs types d'analyses, des entrevues avec répondants et informateurs, participation directe et observation [...] » [traduction libre]

Au total, près de 240 pages de notes manuscrites ont été enregistrées dans ce journal de terrain. En résumé, ce journal de terrain, à la différence de l'utilisation traditionnelle dans les sciences sociales, a plutôt servi de journal de bord ou de “journal de laboratoire” que d'outil de cueillette de données. À ce titre, de journal de bord, il a servi de support de mémoire pour le déroulement de l'ensemble du projet, sur une période de près de deux ans, donc, et s'est avéré très utile là où la mémoire de l'investigateur faisait défaut. La prise de notes de terrain, combinée avec une observation participante, permet aussi de noter des comportements, des événements, dont on ne peut prévoir d'avance ni l'existence ni la signification; les notes de terrain favorisent donc, dans un tel projet, sur le terrain, la découverte de nouveaux – ou, à tout le moins, imprévus – processus, comportements.

4.2.1.2.2.2. Enregistrement du travail artistique

L'activité de création artistique a été enregistrée pour la durée allant de juillet 2003 – au moment de la première phase d'entrevue – à décembre 2003. Isabelle Hayeur produit ses photomontages numériques à l'ordinateur; nous avons donc utilisé un logiciel, Spector, permettant d'enregistrer directement, en temps réel, son activité à l'ordinateur. Au cours du projet, au total, nous avons enregistré une centaine d'heures de données de ce type. Ces données correspondent, à elles seules, à 22 Go; comme pour les autres données d'observation, celles-ci n'ont servi qu'à corroborer ou à infirmer les analyses des données issues des entrevues.

4.2.1.2.3. Données additionnelles recueillies

Des données additionnelles ont été recueillies durant la première phase du projet, de mai 2003 à octobre 2003, période correspondant à la première série d'entrevues avec l'artiste. Ces données consistent en : (1) des photographies du lieu et des outils de travail, (2) les fichiers numériques des photomontages produits par l'artiste au cours du projet, dans le cadre de sa pratique artistique et (3) des documents additionnels qui font état des activités professionnelles de l'artiste durant cette période (p.ex., cartons d'invitation, catalogues d'exposition, etc.).

D'autres données, du même type que celles-ci, ont continué aussi à être recueillies durant la deuxième phase du projet, simplement dans le but de documenter la suite des activités artistiques d'Isabelle Hayeur durant cette période. Ces données, parce qu'elles étaient disponibles à ce moment du projet, ont été recueillies en vue de possibles analyses ultérieures, sans toutefois qu'elles fassent partie des analyses de la phase II du projet. Autrement dit, ces données n'ont pas servi aux analyses présentées dans le présent texte et n'ont pas, non plus, été recueillies dans ce but²³.

4.2.2. Analyse qualitative et modélisation

4.2.2.1. Analyse basée sur la théorie de résolution de problème

Les données ont été analysées de manière qualitative; le codage des entrevues est basé sur la théorie de résolution de problème (Newell & Simon, 1972), sur les concepts et le vocabulaire de cette théorie. Les entrevues ont donc été codées en terme d'espace problème – états, opérateurs, buts –, de règles heuristiques, de méthodes de recherche (Leclerc & Gosselin, 2004b).

²³ Parmi ces données, peut-être les plus intéressantes, et les plus utiles pour des analyses ultérieures, se trouvent les oeuvres mêmes générées par l'artiste en cours de projet – en fait, presque son entière production, sous forme digitale (aisément traitable et analysable), sur une période d'environ une année.

Comme le suggèrent Klahr et Simon (1999), en procédant ainsi il est possible de converger vers une même explication du processus de découverte, dans divers domaines, incluant le domaine artistique (voir section 2.1). Ces analyses qualitatives, issues des concepts de la théorie de résolution de problème, ont ensuite servi de base au développement d'un modèle computationnel (Leclerc & Gosselin, 2005a).

4.2.2.2. Modélisation

Jusqu'à tout récemment l'étude des processus cognitifs régissant la pratique artistique ou menant à des oeuvres artistiques n'avait jamais été même envisagée. Par conséquent, on retrouve très peu de modèles computationnels de la pratique ou du processus artistique. Ces dernières années, il y a tout de même eu quelques chercheurs qui ont modélisé les processus cognitifs impliqués dans la création artistique; ces recherches ont cependant été effectuées dans le cadre de contextes créatifs très appauvris ou non écologiques (voir Boden, 1999). Or il semble que des processus cognitifs différents soient utilisés selon le contexte et le domaine d'expertise (Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Li, 1997; Mace & Ward, 2002). Il est donc primordial d'étudier ces processus en contexte, en fonction d'un domaine de création spécifique, pour en arriver à une modélisation plus adéquate.

4.2.2.2.1. Modèle de type système de production

Tel que mentionné précédemment (voir section 3.2), notre choix de modèle s'est porté sur les systèmes de productions. Ce choix repose sur deux considérations principales : (1) ce type de modèle permet de décrire et modéliser le comportement de systèmes cognitifs complexes et hétérogènes (e.g., système distribué, comportant divers agents humains et facteurs environnementaux [voir Anderson & Lebiere, 1998]) et (2) plusieurs travaux antérieurs ont déjà démontré la valeur de ces modèles

pour étudier les processus créatifs dans le domaine – parallèle à celui de la création artistique – de l'étude des processus de la découverte scientifique (e.g., Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987; Schunn & Anderson, 1998; Kulkarni & Simon, 1988). En fait, tous les modèles des processus de découverte en science semblent avoir utilisé ce type de formalisme. Pour ces raisons, donc, nous avons choisi d'utiliser un système de production pour modéliser les processus de création et de pratique artistique.

5. Problématique

La cognition liée à la création artistique ne se retrouve pas simplement “dans la tête” (Norman, 1993), elle constitue un processus impliquant tout autant domaine, organisation sociale du domaine qu'individu (voir section 2.2). Les parallèles entre cette conception de la créativité et les approches situées ou distribuées de la cognition sont évidents (e.g., Hutchins, 1995; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003; Thagard, 1999). Cette vue de la créativité comme contextuelle, située, nécessite des études qui soient spécifiques à un domaine, un champ et un individu ou groupe d'individus (Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Li, 1997; Mace & Ward, 2002). C'est pourquoi nous avons choisi d'étudier le travail de l'artiste contemporaine du domaine des arts visuels Isabelle Hayeur, et ce, du point de vue de la théorie de résolution de problème et sur le terrain. La combinaison de ce cadre théorique – la théorie de résolution de problème – et de cette méthodologie de recherche – de terrain, multi-méthodes – se veut une façon d'investiguer les processus à l'oeuvre dans le contexte d'une pratique artistique réelle²⁴.

²⁴ De plus, la psychologie de la créativité a récemment fait face à une impasse majeure qui remet en question les méthodologies et conceptions traditionnelles dans ce domaine. Depuis plus de 50 ans (voir

Guilford, 1950), une grande proportion des études sur la créativité était effectuée dans une perspective psychométrique et concevait la créativité comme étant un “trait” général” (plutôt que comme ensemble de processus et connaissances). Depuis quelques années, ce courant est face à une impasse, étant donné l'accumulation grandissante d'évidences en faveur de la spécificité de la créativité en fonction d'un domaine de création (e.g., Baer, 1998). Même les auteurs qui défendent encore les approches de la créativité “non-spécifiques au domaine” reconnaissent le manque de valeur prédictive de concepts généraux comme celui de la “pensée divergente” (Plucker, 1998; Plucker & Runco, 1998). Cette impasse appelle donc, elle aussi, à des études spécifiques au domaine et au contexte de création.

6. Contribution aux articles

6.1. Article I

Je déclare avoir effectué la cueillette des données et l'analyse de ces données dans leur entièreté, ainsi que la rédaction de cet article dans son ensemble. Mon directeur de recherche a révisé l'ébauche finale de l'article, a retravaillé certains des passages de cet article et a suggéré certaines modifications à apporter.

6.2. Article II

Je déclare avoir procédé à toutes les analyses, ainsi qu'à la modélisation, présentées dans cet article. J'ai rédigé l'article dans son ensemble; mon directeur de recherche a révisé l'ébauche finale de cet article, a retravaillé certains passages du texte et a suggéré des modifications à apporter. Pour cet article-ci, quelques analyses restent à faire; des deux auteurs, je serai celui qui fera ces analyses.

6.3. Article III

Je déclare avoir effectué l'ensemble des analyses ainsi que le travail de modélisation présentés dans cet article. Mon directeur de recherche a retravaillé quelques passages du texte et a suggéré quelques modifications.

7. Déclaration du coauteur des articles

Identification de l'étudiant et du programme

Jude Leclerc
M.Sc. psychologie (2-220-1-3)

Description des articles

- a. Auteurs : Jude Leclerc et Frédéric Gosselin
Titre : Processes of artistic creativity: The case of Isabelle Hayeur
Publié en 2004 dans les *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*
- b. Auteurs : Jude Leclerc et Frédéric Gosselin
Titre : ACE: A model of the cognitive strategies of a contemporary artist
En préparation; destiné aux *Proceedings of the Twenty-Eight Annual Conference of the Cognitive Science Society*
- c. Auteurs : Jude Leclerc et Frédéric Gosselin
Titre : Modeling artistic processes using production systems
Publié en 2004 dans les *Actes du Colloque Cognitio: Colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives*

Déclaration du coauteur

À titre de coauteur des articles identifiés ci-dessus, je suis d'accord pour que Jude Leclerc inclut ces articles à son mémoire de maîtrise qui a pour titre: *Modélisation de la cognition dans le domaine des arts visuels.*

Frédéric Gosselin

Coauteur

Signature

Date

8. Diffusion des résultats

Au cours de la présente étude, au moment de diffuser des résultats ou analyses du projet, une permission était toujours demandée à l'artiste, Isabelle Hayeur. La procédure dans le cas de la publication d'un article, par exemple, était de faire lire à l'artiste la version finale du texte, avant de le soumettre pour publication; suite à cette lecture et un temps raisonnable alloué à la réflexion, un accord écrit était demandé à l'artiste pour publication de l'article. De la même façon, pour la diffusion sous d'autres formes (e.g., présentations orales ou affichées), l'artiste était contactée et informée du contenu, du lieu et du contexte de diffusion, et son accord lui était demandé pour cette diffusion ponctuelle des analyses. Cette procédure s'appuie sur les directives de l'APA concernant la divulgation d'informations confidentielles (APA, 2001)²⁵.

²⁵ « Psychologists may also disclose confidential information with the appropriate consent of the patient or the individual or organizational client (or of another legally authorized person on behalf of the patient or client), unless prohibited by law. » (p. 388).

ARTICLE I

Processes of Artistic Creativity: The Case of Isabelle Hayeur

Jude Leclerc [REDACTED]

Frédéric Gosselin [REDACTED]

Department of Psychology, University of Montreal

C.P. 6128, Succ. Centre-Ville, Montreal, QC, H3C 3J7, Canada

Abstract

What are the problems faced by artists in real-life contexts? By what processes do they solve these problems? In this paper, work on scientific discovery (e.g., Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987) and a situated perspective on creative cognition (e.g., Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Nersessian, 2004) are brought together into a unifying framework for studying the processes of artistic creativity in real-life. Within this framework, artistic creativity is viewed as *situated problem solving*. We illustrated our approach by applying it to Isabelle Hayeur, a successful Canadian visual artist.

Introduction

In this paper, work on scientific discovery and a situated perspective on creative cognition are brought together into a framework for studying the processes of artistic creativity. Everybody is interested in art, but up until now few have examined the problem-solving processes that provide support for the artistic process and the production of works of art; almost no one has looked at real-life artistic practices.

We begin by reviewing work on scientific discovery processes. We then present a current definition of creativity that parallels work on situated and distributed cognition. We then go on to describe part of an ongoing field study we are conducting, a study of creative artistic processes in a contemporary visual arts practice, within our framework. Finally, we discuss the potential of this approach for future studies of artistic creativity.

Artistic Practice and Creativity as Situated Problem Solving

Artistic Creativity as Problem Solving

There is now a tradition of studying creativity from a problem-solving viewpoint (e.g., Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987; Newell, Shaw, & Simon, 1962). The processes of scientific discovery, especially, have been studied from this perspective.

In an excellent review, Klahr and Simon (1999) present the four major approaches of these studies: historical, laboratory, direct observation, and computational. What Klahr and Simon note is that all these approaches to the study of scientific creativity have led to convergent findings about discovery processes.

Klahr and Simon propose that by using the concepts and vocabulary of human problem-solving theory "we may be able ... to converge toward a common account of

discovery in many areas of human endeavor: practical, scientific and artistic, occurring both in everyday life and in specialized technical and professional domains" (p.524). Here, these concepts and vocabulary are those of problem spaces – states, operators and goals –, heuristic rules, weak and strong search methods – hill-climbing, means-end analysis, planning (Newell & Simon, 1972). Discovery is thus viewed as a search process in a problem-solving space, composed of goals, rules and other aspects of the task and situation.

Up until now, artistic creativity had almost never been studied from a problem-solving perspective. There are a few exceptions (e.g., Weisberg, 1993), but a lot of groundwork still needs to be done. So far, the studies of artistic creativity based on this approach have mainly addressed creative processes in relatively general terms; they have not produced specific descriptions of problem spaces and heuristics in specific artistic practices.

Search spaces in scientific discovery. Search spaces or problem spaces are abstract – representational, conceptual – spaces explored by a ‘problem solver’ during the problem-solving process. In the case of scientific discovery, scientists have been found to work in two, three, four, and even in search spaces of greater dimensionality (e.g., Klahr & Dunbar, 1988; Kulkarni & Simon, 1988; Schunn & Klahr, 1995; Thagard, 1998; Wolf & Beskin, 1996; see also Klahr & Simon 1999; Klahr, 2000). The traditional two-space view of scientific discovery has its origins in Simon and Lea's (1974) work on problem solving and rule induction; it was first proposed by Klahr and Dunbar (1988). According to this model, in the process of scientific discovery, search happens in two coordinated spaces: (1) the hypothesis space, and (2) the experiment space. Thus, scientific discovery involves generating new

hypotheses and experiments; then these experiments serve to evaluate the hypothesis and further generate new ones. This can be considered a problem-solving process.

Similarly, we may ask: what problem space is explored by an artist in the course of the artistic work and practice? In what problem space, and by what processes, is this search conducted? And, of course, there is the possibility that the artist is working through multiple search spaces, corresponding to diverse subproblems involved in artistic creativity.

Artistic Creativity as Situated Activity

According to Csikszentmihalyi (1999), “For creativity to occur, a set of rules and practices must be transmitted from the domain to the individual. The individual must then produce a novel variation in the content of the domain. The variation then must be selected by the field [the social organization of the domain] for inclusion in the domain” (p. 315; see also Feldman, Csikszentmihalyi, & Gardner, 1994).

From this point of view, creative cognition is not just “in the head” (Norman, 1993a), it is a computational process involving domain and field, as well as the individual. The parallels with situated or distributed approaches to cognition are obvious (e.g., Hutchins, 1995; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003; Thagard, 1999). Nersessian et al. (2003), for example, studied innovation – creativity – in biomedical engineering research laboratories as a situated and distributed process. The view of creativity as situated, contextual, points toward individual, field, and domain-specific studies of creativity (Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Li, 1997; Mace & Ward, 2002).

A lot of recent work in cognitive science explores the situated nature of cognition and action (e.g., Clancey, 1997; Hutchins, 1995; see Nersessian, 2004;

Norman, 1993b). Nersessian summarizes the challenges posed to traditional cognitive science by this *environmental perspective* with three interrelated questions: “1) What are the bounds of the cognitive system? 2) What is the nature of the processing employed in cognition? and 3) What kinds of representations – internal and external – are used in cognitive processing?” This perspective effectively poses challenges to cognitive science; the same challenges are also implicit in current models of creativity.

Thus, as with the problem-solving approach, situated and distributed cognition approaches have been used to study processes of scientific discovery (e.g., Nersessian et al., 2003).

Within our framework for studying processes of artistic creativity, in accord with problem-solving theory, recent approaches to situated and distributed cognition, and with current definitions of creativity, we view artistic creativity as *situated problem solving*. We are interested in finding out what problem-solving processes are involved in artistic creativity and in situating these – computations, rules – within the larger system involved in an artistic practice.

Contemporary Visual Arts Practice: The Case of Isabelle Hayeur

To illustrate this approach, we will briefly present preliminary results obtained from the study of a contemporary Canadian visual artist’s work and practice. The main focus of this first phase of analysis is on determining the *search spaces* involved in a real-life artistic work and practice.

Isabelle Hayeur²⁶ is a professional Canadian artist. She is a *professional artist* in the sense of Quebec's law on the *Professional status of artists in the visual arts, arts and crafts and literature, and their contracts with promoters* (R.S.Q., c. S-32.01); she has received multiple grants from both the Canada Council for the Arts and the Conseil des Arts et des Lettres du Québec, and her work has been shown nationally and internationally.

Isabelle Hayeur works mainly with digital photography and video. Her digital photomontages and videos have been shown in solo and group exhibitions, and festivals, in Australia, Belgium, Canada, Chile, Croatia, Denmark, England, Estonia, France, Finland, Germany, Italy, Japan, Malaysia, Mexico, Portugal, Poland, Serbia, Spain, and the United States. She also produces Internet art projects and site-specific works. Her artistic work deals mainly with the impact of the Western model of development on the environment. Her images often display landscapes, part idyllic, part disenchanted, amid man's interventions. Based on a major sociological survey²⁷ of Québec's visual artists' conditions of practice (Bellavance, Bernier, & Laplante, 2001), she can be considered representative of other successful visual artists in that context.

At the time of writing we had been conducting a field study of this artist's creative processes and practice for a ten-month period; the study is ongoing. Kulkarni and Simon (1988) discussed the use of different kinds of data for building models of processes that span many months or years (e.g., discovery processes in science), where gathering continuous protocols is not practical; in such contexts, recourse to

²⁶ Her work, artist's statement, and resume can be found on her Web site: isabelle-hayeur.com.

²⁷ This study was commissioned by Québec's main group of professional visual artists, the *Regroupement des Artistes en Arts Visuels du Québec*.

other kinds of data is required. Data about this artist's creative processes were collected on-site, at the artist's studio, through interviews, recording of her artistic activity at the computer, and photographs taken of her work space and tools. Extensive field notes were also taken. The combined data collection allows for the recording of cognitive processes involving a distributed set of activities and tools (see Clancey, 2001). All data were digitally recorded (except for the field notes); the total archived data volume amounts to close to 30 gigabytes.

Our study is at the crossroads of the observational and computational approaches to discovery and creativity processes (Klahr & Simon, 1999); we are using observational and interview data to build a computational description and model of processes of artistic creativity.

Here we will focus on the interview data. Eight semi-structured interviews were conducted over a six-month period, at the artist's studio (Leclerc & Gosselin, 2003). We took inspiration from the traditional protocol analysis methodology (Ericsson & Simon, 1993) for eliciting verbal reports; interviews were thus conducted with the goal of producing information resembling what Ericsson and Simon call "Level 2 verbalizations". This type of verbalization involves descriptive information; Isabelle Hayeur was therefore asked for descriptions of her activities as an artist, not for explanations. Interviews were digitally recorded and were 30 to 60 minutes long each. These were transcribed verbatim and represent a total of 74,507 words. Interviews were organized, stored, and analyzed using Atlas.ti, a computer package designed for qualitative data analysis.

Problem Spaces in Isabelle Hayeur's Creative Process

Viewing artistic creativity as a special case of human problem solving, we have to ask what are the problems solved by an artist? More precisely, what are the problems solved by Isabelle Hayeur? Finding what problems she solves means finding out what problem spaces she explores in the course of her artistic practice. Problem spaces are defined in terms of states, operators, goals, and constraints (Klahr & Simon, 1999, citing Newell & Simon, 1972); we have coded and analyzed our interviews in these terms.

Recently, some researchers have also started to redefine the concept of *problem space*, putting the emphasis not just on internal representations, search, and operations on these representations, but also on the physical space, and the context, involved in real-life problem-solving activity. For example, Nersessian et al. (2003), in their study of innovative practices in biomedical research laboratories, considered the “lab-as-problem-space”; the laboratory, with its resources, people, technology, equipment, etc., is thus considered as a ‘problem space’. Similarly, in contemporary visual arts practice, the artist, work space, tools, technologies, technical knowledge and skills, environment, partnerships with other artists, relations with galleries, art centers, funding agencies... constitute the problem space of an arts practice (e.g., see Figure 1). Our analysis is thus based on identifying states, goals, operators, and constraints, in this sense – in a situated artistic practice.



Figure 1: The artist's "studio-as-problem-space"

Criteria for proposing new search spaces. Schunn and Klahr (1996; see also Klahr, 2000) have suggested three criteria for proposing new problem spaces: (1) logical, (2) empirical, and (3) implementational. The logical criterion refers to logical coherence of the categories – spaces – proposed; spaces must be mutually exclusive. The empirical refers to the fact that there must be some activity going on in the proposed spaces. And, the implementational criterion allows precise characterization of the proposed problem spaces.

Given the preliminary nature of our research, we have relied mainly on the empirical and on the logical criteria. We have analyzed transcripts from the interviews and coded those in terms of rules (i.e., production rules), condition-action rules. And based on these rules, we have identified goals and heuristic operators²⁸; these define the spaces searched by Isabelle Hayeur in the course of her creative process.

²⁸ Goals are labeled gR and rules R. A rule is given the number of the interview in which it first appeared; goals are constitutive parts of rules.

Artistic practice and career search spaces. Following coding and analysis of the interviews, two main spaces emerged as the ones most actively searched in the course of Isabelle Hayeur's account of her creative activity: the *artistic practice space* and the *career space*. Throughout the interviews she describes both areas of activity. For example:

Interview 2

(28:30) I always plan, I plan moments where I concentrate on my [artistic] production. And there are moments where I put together my artist's dossiers; it is rather dull, but it has to be done. I put together those dossiers [for submission calls]. *You see, there really is the creative work, you know what this is, and there is also everything surrounding that, which takes about half my time* [italics added]²⁹.

Interview 3

(29:49) I find myself putting more time on my artistic work... the artistic work, and the career.

Interview 5

(01:08) Already, I am very busy, with things related to the dissemination [of the artistic work], but which I must do, everything surrounding the artistic practice.

In the following sections, we will look at the organization and role of the artistic practice and the career search spaces.

²⁹ For this paper, interview excerpts, goals, and rules were translated from the French language.

Artistic practice search space: Goals and heuristics. Table 1 shows the main set of goals found to operate in the artistic practice space. These high-level goals shape Isabelle Hayeur's artistic practice. Heuristic operators searching through the artistic practice space apply these goals; these play a role in many heuristic rules used by Isabelle Hayeur to accomplish the tasks associated with this space.

Table 1: Artistic practice space main goals

[gR2-12; gR2-13]	Doing my work as an artist seriously, full time.
[gR2-14; gR2-15]	Living with less money, in order to put more time into my artistic practice (and less time into 'bread-and-butter' jobs).
[gR2-17; gR2-28]	Having more time for my artistic practice.
[gR2-30; gR2-32]	Working on my images, especially after a few weeks of not working on them.
[gR2-31]	After a long time working on my images, taking some time away from the work, doing something else.
[gR2-33; gR-35]	Putting time into my practice, taking up and continuing work on projects, planning time when I concentrate on my production.
[gR2-38]	Art must remain a calling, it must remain research; the career side must not take too much time.
[gR2-38; gR3-06]	I want my images, series, artistic work and career to succeed (artistic work and career relationship, see <i>Heuristics coordinating search</i>).
[gR2-39]	Doing art for the knowledge it brings in my own life, and for what it may teach or give to others.
[gR3-04]	Not stopping my artistic work.
[gR3-07]	Being an artist; doing this my entire life.
[gR5-01; gR5-02]	Creating strong works, strong images; saying things in a strong way, a stronger way.

Among the goals defining the artistic practice space, some appear to play a major role because they call upon many other goals to search the problem space. For example, gR3-07 calls on a host of activities to reach its aim (see Tables 1 & 2, [gR2-

33; gR2-35; gR2-36; gR2-37; gR2-38; gR3-01, gR3-02; gR3-05; gR3-06], for an example of subgoals – heuristics – called by gR3-07).

The artistic practice space is divided further in a number of important subspaces. Among these figures the *image-generation space*. Of great importance, it is the very basis of Isabelle Hayeur's artistic practice; this subspace includes all the knowledge and skills actually involved in the image production activity. Another subspace would be a 'project-management' subspace. We will not expand on these here.

The task achieved through the artistic practice problem space is the task of being an artist, of focusing on one's artistic practice and of producing art works.

Career search space: Goals and heuristics. This is the main set of goals found to operate in the career space. Goals gR2-36, gR3-01, gR3-06, gR3-07, and their associated heuristic rules, are the most significant; these actually call upon every other goal and heuristic in the career space.

The career space is further subdivided in two main subspaces: the dissemination and the promotion spaces. These serve to solve the 'problem' of making the artistic work known and seen.

Some of the career goals are related to the same rules as some of the artistic practice goals. This is because certain heuristics operators mediate activity between these two search spaces. The task achieved through the career problem space is the task of making one's work known and seen, thereby building up a successful career.

Table 2: Career space main goals

-
- [gR2-01; gR2-03] Sitting on panels, juries, etc., with other artists.
- [gR2-01; gR2-02] Learning. Learning how other artists talk about their work, getting ideas about how to present your work, how art councils work, etc.
- [gR2-26; gR2-27] Being represented by a private art gallery, in order to sell my work.
- [gR2-34; gR6-01] Sending my work to art centers, galleries, and obtaining exhibitions.
- [gR2-35; gR3-05] Putting together “artist’s dossiers” – artistic projects and related documents about my practice (to be sent to art centers when there are calls for submissions).
- [gR2-36] Doing the things that make a difference in an artist’s career, in order to have a successful career.
- [gR2-37; gR3-02; gR3-05] Taking care of the career side – everything that surrounds the creative work: searching for submission-call deadlines, new places and centers to show my work, residencies, putting together my “artist’s dossiers” according to grants and submission-call deadlines, also answering specific requests for exhibitions and, at some point, sending a set of dossiers – around ten at a time – to art centers I want to reach in a given year, etc. I put half of my total work time as an artist on these activities (when I do not have other contracts, ‘bread-and-butter’ jobs to do).
- [gR2-38] Not putting too much time on the career side; leaving aside some activities if necessary, even if I miss out on some opportunities.
- [gR3-01; gR3-06] Being entrepreneurial; sending out a lot of artist’s dossiers in order to have exhibitions.
- [gR3-01; gR3-07] Having success as an artist; being an artist my entire life.
-

Heuristics coordinating search. We have found some heuristic operators, some rules, to be of special importance in Isabelle Hayeur’s creative process because they coordinate the search between the artistic practice and career spaces. Here is such a heuristic operator associated with the recurrent goal gR3-07:

[R3-07] If I want to be an artist and I want to be an artist my entire life, and I know what I have to do, then I do it immediately (i.e., gR2-33, gR2-35, gR2-36, gR2-37, gR2-38, gR3-01, gR3-02, gR3-05, gR3-06).

R3-07 coordinates a lot of activity related to the artistic practice and the career spaces. In fact, it links vocational goals, wanting to live the life of an artist, with very practical career goals and activities. Here is another example of a heuristic operator linking artistic practice and career:

[R2-38] If I want art to remain a calling as it must, and if at a certain point I realize that the ‘career’ side takes too much of my time, then I just don’t do it, that activity (even if it means missing opportunities).

Identifying coordination between search spaces is an important part of modeling problem-solving processes; as Klahr (2000) notes, “One must ... distinguish search in a particular space from coordination among multiple spaces” (p. 215).

An additional search space. This additional space, the *economic space* is not directly part of Isabelle Hayeur’s process of artistic creativity, although, as we will see, it is essential for it. This space could also be called the ‘working for a living’ or the ‘bread-and-butter job’ space. Table 3 shows a sample of goals from this space.

Table 3: Some economic space goals

[gR2-07] Taking small jobs, contracts, especially in my domain or related to my practice, the arts, and the art milieu.

[gR2-07] Trying to find more gratifying, better paid, and a little bit more interesting jobs.

[gR2-13] 'Bread-and-butter' jobs must not take away from my hours of artistic work.

[gR2-14; gR2-16] To live with less money, in order to need to work less (in order to have more time for my practice).

[gR2-23; gR2-24] Not putting time into searching for bread-and-butter jobs; taking what comes.

[gR2-27; gR2-28] To sell my art work, in order to spend more time on my production and less on contracts outside my practice.

Some rules related to these goals show an interaction between the artistic practice, career, and economic spaces. Here are some examples:

[R2-07] If you are an artist, and you (necessarily) need to pay for your own production (e.g., the high cost of printing large format photographs), and you have the chance to work in your own domain, then generally you accept these small jobs.

[R2-14] If I cannot live solely from my art, and I have to take 'bread-and-butter' jobs, and I do not want this to replace my hours of artistic practice, then I decide to live with less money, in order to need to work less.

[R2-28] If I sell my art work, even if just one image a month, then for each picture sold, I have one less contract to do, and I have more time for my practice.

These rules show that artistic creativity – artistic practice and career – is supported by the economic space. Search, minimal search in Isabelle Hayeur's case, in this space aims at finding the necessary resources to allow most of the artist's activity to be focused on her professional life and artistic production. The main task achieved through the economic problem space is finding (minimal) financial resources to support artistic and career related activities.

In Isabelle Hayeur's life and developmental trajectory as an artist, less and less time is spent on the economic space and more is spent on the actual artistic practice and career (see goals gR2-12, gR2-13, gR2-14, gR2-15, gR2-16, gR2-17, gR2-23, gR2-24, gR2-27, gR2-28, gR2-33, gR2-35, gR2-38, gR3-04, in Tables 1, 2, & 3). The rules that coordinate the artistic practice, career, and economic spaces aim at: (1) diminishing economic space activity, (2) maintaining career activity at a balanced level, and (3) maintaining or augmenting artistic practice activity level. According to Bellavance, Bernier, and Laplante's (2001) survey, few professional artists manage to achieve these goals in Québec's and Canada's socio-cultural and economic context. One measure of an artist's success, at least in regard to the interplay between practice, career, and economic spaces, seems to be his or her ability to do just that, focus on the artistic life rather than just on sheer survival.

Our situated problem-solving perspective on artistic creativity has shown that two main spaces are directly involved in a contemporary visual artist's creative process: the artistic-practice-as-problem-space and the career-as-problem-space. When Nersessian (2004) describes the challenges posed by the environmental perspective to the traditional view of cognition, she mentions considerations of the boundaries of cognitive systems; according to this perspective, cognition is situated

and distributed in a complex cognitive system, a system that includes environment and individual. In this first part of Isabelle Hayeur's case study, we found a number of environmental elements playing a role in the artistic practice space (e.g., the artist's studio, equipment, time and financial resources, knowledge and skills needed to produce art works, etc.) and the career space (e.g., relationships with other artists, art centers and galleries, funding agencies, etc.), and defining the complex cognitive space of her artistic creativity.

Conclusions

The project of modeling Isabelle Hayeur's processes of artistic creativity is ongoing. What was outlined here is meant as an illustration of our framework for studying real-life artistic creativity; our preliminary results suggest a well-integrated set of search spaces and processes involved in real-life, situated, artistic practice and cognition. Further work will involve collecting verbal protocols related to the image-generation search space – the actual picture producing process; we have already recorded more than 100 hours of her image-generation activity.

Within the *artistic creativity as situated problem solving* framework, it is possible to study real-life artistic practices. The product is a descriptive model of search spaces, goals, and heuristic operators involved in artistic creativity. Dasgupta (1994, see also 2003) has done something of the kind in the context of science and technological innovation. The type of studies provided by our framework may lead to computational models of historical instances of artistic creativity, as studies in science have led to computational models of historical scientific discoveries (Langley, Magnani, Cheng, Gordon, Kocabas, & Sleeman, 2001). Such studies may

also serve an educational purpose by providing information about real-life processes of artistic creativity.

Acknowledgments

We thank Isabelle Hayeur for her generous participation in this research project and for graciously giving her consent to the disclosure of confidential information. This research was supported by an Excellency Scholarship from the University of Montreal awarded to Jude Leclerc, and by an NSERC (R0010085) and an NATEQ (R0010287) grant awarded to Frédéric Gosselin.

References

- Bellavance, G., Bernier, L., & Laplante, B. (2001). *Les conditions de pratique des artistes en arts visuels: Rapport d'enquête, phase 1*. Montréal, Canada: INRS Urbanisation, Culture et Société.
- Clancey, W. J. (1997). *Situated cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Clancey, W. J. (2001). Field science ethnography: Methods for systematic observation on an expedition. *Field Methods*, 13, 223-243.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.
- Dasgupta, S. (1994). *Creativity in invention and design: Computational and cognitive explorations of technological originality*. New York: Cambridge University Press.
- Dasgupta, S. (2003). Multidisciplinary creativity: The case of Herbert A. Simon. *Cognitive Science*, 683-707.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Feldman, D. H., Csikszentmihalyi, M., & Gardner, H. (1994). *Changing the world: A framework for the study of creativity*. Westport, CT: Praeger Publishers.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Klahr, D. (2000). Exploring science: The cognition and development of discovery processes. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-55.
- Klahr, D., & Simon, H. A. (1999). Studies of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin*, 125, 524-543.
- Kulkarni, D., & Simon, H. A. (1988). The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, 12, 139-175.
- Langley, P., Simon, H. A., Bradshaw, G. L., & Zytkow, J. M. (1987). *Scientific discovery: Computational explorations of the creative processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Langley, P., Magnani, L., Cheng, P. C.-H., Gordon, A., Kocabas, S., & Sleeman, D. H. (2001). Computational models of historical discoveries. In J. D. Moore & K. Stenning (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the Cognitive Science Society* (p. 3). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2003). [Interviews with Isabelle Hayeur]. Unpublished raw data.
- Li, J. (1997). Creativity in horizontal and vertical domains. *Creativity Research Journal*, 10, 107-132.
- Mace, M.-A., & Ward, T. (2002). Modeling the creative process. *Creativity Research Journal*, 14, 179-192.
- Nersessian, N. J. (2004). Interpreting scientific and engineering practices: Integrating the cognitive, social, and cultural dimensions. In M. Gorman, R. Tweney, D. Gooding, & A. Kincannon (Eds.), *New directions in scientific and technical thinking* (pp. 17-56). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nersessian, N. J., Kurz-Milcke, E., Newstetter, W. C., & Davies, J. (2003). Research laboratories as evolving distributed cognitive systems. In R. Alterman & D. Kirsh (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Newell, A., Shaw, J. C., & Simon, H. A. (1962). The processes of creative thinking. In H. E. Gruber, G. Terrel, & M. Wertheimer (Eds.), *Contemporary approaches to creative thinking* (pp. 63-119). New York: Atherton Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Norman, D. A. (1993a). Cognition in the head and in the world: An introduction to the special issue on situated action. *Cognitive Science*, 17, 1-6.
- Norman, D. A. (Ed.) (1993b). Special issue on situated action [Special issue]. *Cognitive Science*, 17(1).
- Schunn, C. D., & Klahr, D. (1995). A 4-space model of scientific discovery. In J. D. Moore & J. F. Lehman (Eds.), *Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 106-111). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schunn, C. D., & Klahr, D. (1996). Integrated yet different: Logical, empirical, and implementational arguments for a 4-space model of inductive problem solving. In G. Cottrell (Ed.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 25-26). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Simon, H. A., & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. In L. Gregg (Ed.), *Knowledge and cognition* (pp. 105-128). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Thagard, P. (1998). Ulcers and bacteria I: Discovery and acceptance. *Studies in History and Philosophy of Science. Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 29, 107-136.
- Thagard, P. (1999). *How scientists explain disease*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: Freeman.
- Wolf, D. F., & Beskin, J. R. (1996). Task domains in N-space models: Giving explanation its due. In G. Cottrell (Ed.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 27-28). Mahwah, NJ: Erlbaum.

ARTICLE II

ACE: A Model of the Cognitive Strategies of a Contemporary Artist

Jude Leclerc [REDACTED]

Frédéric Gosselin [REDACTED]

Department of Psychology, University of Montreal

C.P. 6128, Succ. Centre-Ville, Montreal, QC, H3C 3J7, Canada

Abstract

Building on the analysis of Leclerc and Gosselin (2004), we present a partial but nonetheless substantial computer-based model of the processes involved in a contemporary visual artist's practice. The project is being conducted within the *artistic creativity as situated problem solving* framework; we thus view creativity both as a problem-solving process (Klahr & Simon, 1999) and a situated process (Csikszentmihalyi, 1999; Nersessian, 2004). We conclude on speculations about the classes of cognitive strategies involved in contemporary artistic practice.

Introduction

Klahr and Simon (1999) have suggested that by using the concepts and vocabulary of human problem-solving theory (Newell & Simon, 1972) "we may be able ... to converge toward a common account of discovery in many areas of human endeavor", including the arts (p. 524). Much work has already been done to understand processes of scientific discovery with this approach (e.g, Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988). But, with few exceptions (e.g., Weisberg, 1993), little has been done to study artistic creativity from this perspective.

In the first phase of this project, over a twelve-month period, from May 2003 to April 2004, we conducted a field study of a contemporary artist's practice; in the second – ongoing – phase, started in May 2004, we have been modeling the processes involved in this – real-life – artistic practice. As there have been few studies of artistic creativity as a problem-solving process, there have been even fewer efforts to model artistic creativity within that framework; most of the computational models of creativity, in recent years, have been of the creativity involved in the process of scientific discovery (e.g., Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987; Schunn & Anderson, 1998).

In recent years, research on creativity has converged on ideas and models similar to those found in situated and distributed approaches to cognition (e.g., Csikszentmihalyi's systems model of creativity, 1999). Since our project is done within the *artistic creativity as situated problem solving* framework (see Leclerc & Gosselin, 2004), we are considering the problem-solving processes involved in artistic creativity to be situated, thus reflecting, and responding to, the environmental,

social, cultural and economic conditions (Nersessian, 2004; see also Clancey, 1997; Hutchins, 1995; Norman, 1993).

Modeling an Artistic Practice

Isabelle Hayeur: Contemporary Visual Artist

Isabelle Hayeur³⁰ (IH) is a successful professional Canadian visual artist³¹. She works mainly with digital photography and video; her work has been shown in solo and group exhibitions nationally and internationally. A great part of her work involves producing large-scale photomontages; these often show idyllic-looking landscapes... almost idyllic, but not quite, standing at the edge of the familiar and the unknown, between the beautiful and the repulsive; these images often evoke a feeling of strangeness in the viewer. She works also with video, Net art and does site-specific projects.

Multiple data types, from multiple sources, have been collected, on-site, to allow the modeling of a distributed set of cognitive activities (see Clancey, 2001). These include: interviews, photographs of work space and tools, recording of activity at the computer, and extensive field notes. All data was digitally recorded and archived (except for the field notes); total data volume amounts to about 30 gigabytes. The ACE model, presented in this paper, is based on the interview data and field notes.

Eight semi-structured interviews were conducted over a six-month period, from May to October 2003, at the artist's studio (Leclerc & Gosselin, 2003).

³⁰ Her work, resume, artist's statement, and artistic projects can be seen on her Web site at: <http://isabelle-hayeur.com>

³¹ IH is considered a *professional artist* according to Quebec's law on the *Professional status of artists in the visual arts, arts and crafts and literature, and their contracts with promoters* (R.S.Q., S-32.01).

Interviews were 30 to 60 minutes long; these were digitally recorded and transcribed verbatim. Then, they were organized, stored, and analyzed using the Atlas.ti computer package. The analysis (for further details, see Leclerc & Gosselin, 2004) consisted of coding the interviews in terms of the *problem spaces*, *goals*, *operators* (i.e., concepts of human problem-solving theory, Newell & Simon, 1972) and, from the coded interviews, extracting a set of 70 rules pertaining to the diverse problem spaces – problems, tasks, and so on – involved in this artist's work and practice.

Four additional two-hour interviews were conducted with the artist, over a two-month period, from October to December 2004, to complete the model. In this second round of interviews, we considered the artist to be a *domain expert* (i.e., an expert of her own practice; see, e.g., McGraw & Harbison-Briggs, 1989; Meyer & Booker, 1991). These additional expert interviews allowed us to: (1) add missing pieces to the model, (2) and do a first validation. The subject was unpaid for her participation in the first phase of the project (i.e., the data collection phase, lasting the first 12 months); for the second phase (i.e., the computational modeling phase, lasting the last 10 month), however, she was paid 20 Canadian dollars an hour, for a total of 50 hours.

Search Spaces in IH's Creative Processes

It is traditional in the human problem-solving theory literature to distinguish sets of problem spaces, or search spaces, in which a problem solver operates in order to resolve a particular problem or accomplish a task (see, for example, the two-space model of scientific discovery, first proposed by Klahr & Dunbar, 1988; this model presents scientific discovery as a process involving dual search in an Hypothesis and an Experiment space).

We previously came to the conclusion that IH's artistic processes are operating in two main problem spaces, an Artistic practice space (A) and a Career space (C), and a third, secondary one, the Economic space (E) (see Leclerc & Gosselin, 2004). This last space, E, plays a relatively minor role, compared to the two major search spaces, A and C. Our model's name, ACE, is the juxtaposition of the letters standing for these three search spaces.

How IH resolves the problems of being an artist, of producing art works and of attaining a certain level of professional success all happens in these, A, C, E. The combined size of these search spaces is vast (compared, for example, to the cognitive space involved in solving a simple arithmetic problem, or other common cognitive psychology task). Thus, a model of such spaces cannot be fine-grained; what matters most here, ultimately, is not detail and precision but the ecological validity of the model and its ability to give us a bird's eye view of the problem-solving processes involved in a real-life artistic practice.

Production Systems as Cognitive Models of Artistic Creativity

The results presented here represent a first effort at modeling artistic processes using *production systems*. Having their origin in Emil Post's (1943) study of the properties of systems based on rules (Jackson, 1999), these systems have been adopted early on by cognitive scientists to model language, memory, and problem solving (e.g., Anderson, 1976; Chomsky, 1957; Newell & Simon, 1965). These have also served more recently to model scientific discovery processes (e.g., Kulkarni & Simon, 1988; Schunn & Anderson, 1998). According to Anderson and Lebiere (1998), "[production systems] are the only modeling formalism capable of spanning a broad range of tasks, dealing with complex cognition, in complete detail, and with a

high degree of accuracy” (p. 3). This is a bold statement, but Anderson’s ACT-R theory and similar ones, like SOAR and others, provide solid evidence for it.

The production system outlined in this article was implemented using Jess³² (version 6.1p6), a general-purpose rule engine, a Java-implemented version of CLIPS, itself a descendant of the OPS family of production rule languages and related languages; OPS5 was the language most often used to model cognitive processes by the first generation of cognitive scientists at Carnegie Mellon (Herbert Simon, Allen Newell, and others). The Jess language, like its ancestors, has a syntax very close to LISP, a language traditionally used in AI and in many models of human cognition.

ACE: A Model of Real-Life Artistic Creativity³³

ACE: Description of the Model

We chose to model IH’s artistic processes in terms of four main entities: (1) agents, (2) goals, (3) knowledge, and (4) environment. Goals and knowledge are typical categories involved in knowledge-based, or production, systems (see Jackson, 1999). Even though our main focus is on one individual, we want to allow for the explicit modeling of ‘outside’ processes, i.e. other agents and their respective environments; this relates to the situated, or distributed, part of our approach. Each rule in the model, therefore, involves either agents – the main one being IH – goals,

³² Jess (trial version or licensing for either academic or commercial use) is available online from Sandia National Laboratories at: <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>

³³ The model, and related information, are available at: <http://mapageweb.umontreal.ca/gosselif/ACE.html>

knowledge and various states of the environment. The ACE model is a forward-chaining production system; it consists, at the moment, of a set of 70 rules³⁴.

ACE: A Sample Run

For this first illustration of the model, we have chosen initial conditions – a state of the world, so to speak – typical of those encountered during our time working with the artist. Some of these initial conditions are *stable* variables in the subject, conditions observed to be present for the entire duration of the research project. Part of the initial conditions also consist of variables that may change from one simulation run to the other. These represent *changing* conditions in IH's own state, the state of her goals and knowledge, and in the state of her environment (these may also include the changing state of other agents). Among the twenty initial conditions for this run, every stable condition, and some of the most significant changing conditions, are shown in Table 1.

³⁴ The next version should contain as many as 200 rules.

Table 1: Initial Conditions of the Simulation Run

All stable conditions
(agent (name IH) (status artist))
(goal (agent IH) (task being-an-artist-doing-that-my-entire-life))
(goal (agent IH) (task art-must-remain-a-calling-remain-research))
(goal (agent IH) (task taking-my-work-as-an-artist-seriously))
(goal (agent IH) (task living-conditions--food-and-house))
(goal (agent IH) (task having-success-as-an-artist))

Some changing conditions
(agent (name IH) (variable artistic-production-unpaid))
(agent (name IH) (variable photographic-production))
(agent (name IH) (variable very-active-professional-life))
(goal (agent Isabelle) (task sending-projects-to-arts-centers))
(knowledge (agent IH) (variable what-I-have-to-do-to-be-an-artist))
(environment (agent Isabelle) (variable opportunity-to-work-in-your-own-domain part-time))
(environment (agent Isabelle) (variable high-cost-of-printing-large-scale-photographs))
...

The above facts state, in first-order predicate logic, that IH is an artist, wants to be an artist her entire life, that for her art must remain a calling, that her artistic production is initially unpaid for, that she has a photographic production, has a very active professional life, and so on. These facts are put in working memory at the start of the simulation, may change during the simulation, and serve to activate the *production rules* that constitute the model of IH's artistic process; in turn, these rules may change the content of working memory – the facts – as the simulation unfolds.

```

DISSEMINATION — making-a-project-move-forward-and-completing-it - [CA]
MAKING-A-PROJECT-MOVE-FORWARD — putting-time-into-the-project - [A]
PUTTING-TIME-INTO-THE-PROJECT — starting-to-work-again-on-the-project - [A]
COMPLETING-THE-PROJECT — setting-aside-time-for-working-on-the-project - [A]
...

DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY — doing-my-work-as-an-artist-full-time - [A]
DOING-MY-WORK-FULL-TIME --- having-time-for-my-artistic-work - [A]
MAKING-TIME-FOR-ARTISTIC-PRACTICE-AND-CAREER --- putting-all-my-time-in-artistic
-work-and-artist's-dossiers - [AC]
NOT-STOPPING-MY-ARTISTIC-WORK --- avoiding-a-return-to-the-job-market - [AE]
AVOIDING-A-RETURN-THE-THE-JOB-MARKET --- promotional-activities-making-my-work
-known - [C]
...

BEING-AN-ARTIST-MY-ENTIRE-LIFE — doing-what-i-have-to-do - [AC]
DOING-WHAT-I-HAVE-TO-DO — doing-what-makes-a-difference-in-an-artist's-career - [C]
DOING-A-DIFFERENCE-IN-MY-CAREER — taking-care-of-everything-related-to-the-career
-side-of-the-artistic-life - [C]
...

PAYING-FOR-ONE'S-ARTISTIC-PRODUCTION — the-artist-must-pay-for-own-artistic
-production - [AE]
PAYING-FOR-ARTISTIC-PRODUCTION --- taking-small-jobs-in-your-domain - [EA]
PAYING-FOR-ARTISTIC-PRODUCTION — selling-art-works - [EA]
...

```

Figure 1: A sample run of the ACE model. Letters in square brackets (e.g., [AC]) , following the name of a rule, indicate in which of the three search spaces (A, C, E) the rule operates.

Shown in Figure 1 is a list of the main rules that fired in the course of the simulation, starting from the initial conditions. Displayed here are ‘threads’ of activity simulating parallel, interweaved, threads of activity in IH’s life and art-related activities. Each thread begins with a top-level goal; in this run, there are four top-level goals: (1) disseminating of the artistic work, (2) doing the artist work seriously, (3) being an artist my entire life, (4) paying for my artistic production.

One thread in Figure 1, for example, begins with the rule “DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY---doing-my-artistic-work-full-time” (see Figure 2); this rule states that if IH wants to do the artist’s work seriously, she must do this work

full-time, and not come out or stop doing her artistic work. In order to achieve its goal, this rule calls on the next rule in the thread, “DOING-MY-ARTISTIC-WORK-FULL-TIME---having-time-for-my-artistic-work”. The same goes on for every rule that follows in the thread; each one is activated in turn, until the initial goal is reached. As we can see, each thread constitutes an operator – a set of rules – working to achieve particular goals.

```
(defrule DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY---doing-my-work-as-an-artist-full-time-[A]
  (goal (agent Isabelle) (task doing-the-artist-work-seriously))
  (not (goal (agent Isabelle) (task accepting-full-time-job-outside-of-my-artistic-work)))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task not-stopping-my-artistic-work)))
  (assert (goal (agent Isabelle) (task being-in-my-artistic-work-full-time))))

(defrule DOING-MY-ARTISTIC-WORK-FULL-TIME---having-time-for-my-artistic-work-[A]
  (goal (agent Isabelle) (task being-in-my-artistic-work-full-time))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task having-time-for-my-artistic-work))))

(defrule TIME-FOR-ARTISTIC-PRACTICE-AND-CAREER---putting-all-my-time-in-artistic-work-and-dossiers-[AC]
  (goal (agent Isabelle) (task having-time-for-my-artistic-work))
  (not (agent (name Isabelle) (variable bread-and-butter-job)))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task putting-all-my-time-artistic-work-and-dossiers))))

(defrule TIME-FOR-ARTISTIC-PRACTICE---working-less-and-having-less-expensive-lifestyle-[AE]
  (goal (agent Isabelle) (task having-time-for-my-artistic-work))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task not-having-an-expensive-lifestyle)))
  (assert (goal (agent Isabelle) (task working-less-at-bread-and-butter-jobs))))

(defrule NOT-STOPPING-MY-ARTISTIC-WORK---avoiding-a-return-to-the-job-market-[AE]
  (goal (agent Isabelle) (task not-stopping-my-artistic-work))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task avoiding-a-return-to-the-job-market))))

(defrule AVOIDING-A-RETURN-TO-THE-JOB-MARKET---promotion-activities-making-my-work-known-[C]
  (goal (agent Isabelle) (task avoiding-a-return-to-the-job-market))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task making-my-name-be-known))))
```

Figure 2: An operator’s description – “Doing the artist work seriously”

Threads like this one, and those displayed in Figure 1, give us an understanding of some of the most important goals and activities occupying this artist, activated given the initial conditions set for this run of the model. We see how each thread involves the application of a certain set of rules – or, operators – to reach these high-level goals.

Analysis of the ACE Model

Simulation runs of the ACE model, as shown in Figures 1 & 2, provide us with a first means of identifying the problem-solving processes involved in IH's art-related activities. But, further analyses are needed to understand exactly (1) what problems are solved by the artist, and (2) by what sets of operators. Add to this the difficulty that comes with attempting to analyze the complex behavior that results from the interaction of 70 rules – a number that will soon almost triple – in the production system. We thus turned to cluster analysis.

Cluster analysis is an exploratory analysis technique, or set of techniques, designed to solve classification problems; essentially, it allows the discovery and grouping of related objects. In order to understand the structure behind the ACE model's – and the artist's – behavior, we conducted two types of hierarchical cluster analyses (HCA): (1) one on *rules* that fired during a simulation run, and (2) one on *sets of rules* that fired during multiple runs of the ACE model. Importantly, we started each run from different, randomly generated, sets of initial conditions. The differences between the two sets of analysis will later become clear. The HCAs and other statistical analyses reported in this paper were performed with the Statistics Toolbox for MATLAB version 6.5.

Cluster Analysis of IH's Rules of Practice

We performed a first HCA on *rules* that fired during a simulation run of ACE; initial conditions were kept identical to those used previously (see Table 1). Euclidean distance (ED) was calculated to measure distances between rules; the ED was calculated on the line numbers of the activated rules. Unweighted pair group

method with arithmetic mean (UPGMA) clustering was performed.³⁵ As a result, a dendrogram (i.e., hierarchical binary cluster tree) was produced, visually representing the clusters of rules found (see Figure 3). To evaluate goodness of fit of the UPGMA dendrogram and original distance matrix, a cophenetic correlation coefficient was calculated (r : 0.82; a value of 0.8, or above, indicates a low-level of distortion, and is considered good [see Romesberg, 1984; see also Everitt, Landau, & Leese, 2001]). Thus, the dendrogram in Figure 3 can be considered an adequate representation of the relationships among rules of the ACE model.

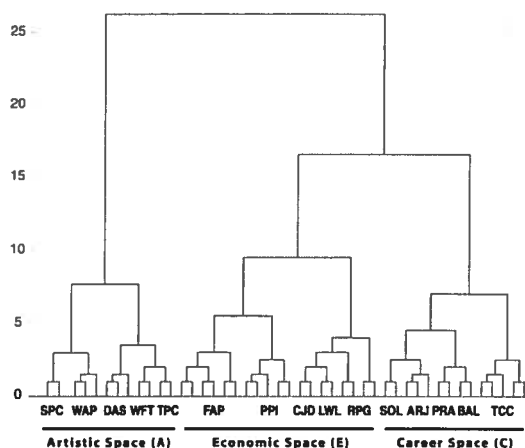


Figure 3: Operators of the A-C-E search spaces

Operators from IH's artistic practice. This first HCA serves to analyze the rule structure of the ACE model, and thus reveals the goal and operator structure used by IH in the course of her practice. The resulting dendrogram (see Figure 3), allows

³⁵ Using other distance measures and clustering algorithms we obtained very similar results; it appears that the analyses reported here are robust.

us to see which rules of practice work together, form clusters, and thus act as operators working to achieve specific, artistic, goals. It also allows us to see clear relationships between subsets of rules.

Following this cluster analysis of ACE, we can outline the following operators IH uses to solve ‘problems’ – or, reach goals – in the three search spaces of her artistic practice:

Artistic space:

- [SPC] Sending art projects to art centers, galleries.
- [WAP] Working on art projects; making time for working on projects.
- [DAS] Doing my work as an artist seriously.
- [WFT] Working full-time as an artist (i.e., artistic work and career-related activities).
- [TFC] Making time for art practice and career.

Economic space:

- [FAP] Financing one’s artistic production.
- [PPI] Producing, printing, photographic images.
- [CJD] Choosing ‘bread-and-butter’ jobs related to one’s artistic domain.
- [LWL] Living with less; ‘bread-and-butter’ jobs must not replace time for artistic work.
- [RPG] Being represented by a private gallery; selling one’s work.

Career space:

- [SOL] Simplifying one’s life (i.e., living with less, less time working at ‘bread-and-butter’ jobs).
- [ARJ] Avoiding a return to the job market.
- [PRA] Promotion-related activities (i.e., making oneself and one’s work known).
- [BAL] Being an artist my entire life; doing what I know I have to do to be an artist.
- [TCC] Taking care of career side (of artist’s life).

The dendrogram – set of strategies used – may recombine according to the (1) external conditions (i.e., environmental variables) and to the (2) state variables (i.e., IH's goals and other variables). For example, if we change the initial state to include these facts: (1) represented by a private gallery, (2) private gallery is an excellent one, and (3) production medium is low-cost, then, a major branch of the dendrogram disappears, the E branch, simply because the operators needed to achieved E goals are no longer needed.

Cluster Analysis of Randomly Generated Sets of Rules of Artistic Practice

We performed a second HCA on the *sets of rules* fired during 30 simulation runs of the ACE model³⁶; each run was the result of a randomly generated set of six, present or absent, 'stable' initial conditions (see first section of Table 1, "Stable conditions"). ED was calculated to measure distances between these *sets of rules* (i.e., for each of the 30 runs, a vector was recorded, representing the entire set of rules of the model, and whether each rule had fired or not during this run). Similar runs – vectors of rules fired – were at a closer distance, and thus represented similar general artistic strategies, or attitudes. UPGMA clustering was performed. As a result, a dendrogram was produced (see Figure 4). To evaluate goodness of fit of the UPGMA dendrogram and original distance matrix, a cophenetic correlation coefficient was calculated (r : 0.94). Thus, the dendrogram in Figure 4 is an adequate representation of the relationships among sets of active rules generated by random runs of the ACE model.

³⁶ We are in the process of automating the simulation procedure (which currently involves working in three different software environments, including Jess); this explains the relatively small number of simulation runs reported here. We believe, however, that additional runs would lead to the same results. After 10 simulation runs (out of 30), the analysis converged on the set of clusters represented in Figure 4. Furthermore, our belief rests on *a priori* reasons outlined in section "Classes of Cognitive Strategies of Artistic Practice".

*Classes of cognitive strategies of artistic practice*³⁷. This second HCA allows us to better comprehend IH's general artistic strategy by examining its limits. The resulting dendrogram allows us to observe what will happen to the ACE model's behavior if we modified its initial conditions. And, comparing the clusters of strategies, thus generated, with IH's strategy gives us further insight into what makes her own strategy successful.

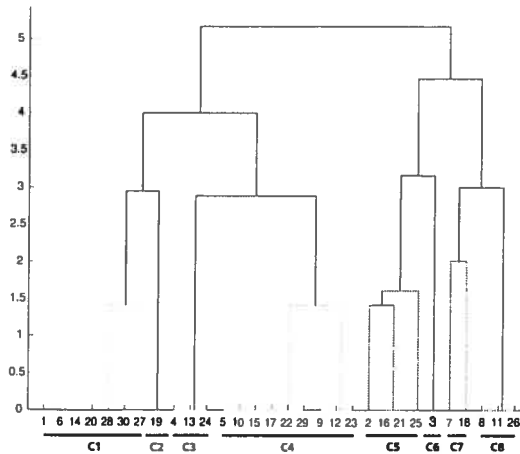


Figure 4: Sets of possible strategies for an arts practice

The clustering of the 30 generated sets of active rules, starting from 30 randomly generated sets of initial 'stable' conditions, is shown in Figure 4. Of these 30 randomly generated sets of 'stable' conditions, one took the form of the binary array [1 1 1 1 1], meaning that every initial stable condition was set to ON; this set is identical to IH's stable conditions (Table 1). Thus, it represent IH's artistic strategy

³⁷ This HCA may also serve as a thought experiment, suggesting possible general classes of artistic strategies; these different strategies – sets of operators and artistic goals – would represent different types of artistic strategies.

(i.e., use of operators, given the initial conditions of the simulation); in Figure 4, this artistic strategy is represented by cluster 6 (C6). In fact, this strategy is the set of rules we have seen in the previous simulation run of ACE (Figures 1, 2, 3). Knowing that IH's general artistic strategy is represented by C6, we might ask: What are the other *possible* strategies? What are their relationships to C6?

Looking at Figure 4, we notice two main strategy clusters. The first one includes C1, C2, C3, C4; the second one, C5, C6, C7, C8 (thus, includes IH's strategy). C1, C2, C3, C4 are the furthest from C6, compared to C5, C7, C8. Why?

C1 and C2 have in common the first and fourth initial 'stable' conditions (from Table 1, the *absence* of: (agent (name X) (status artist))); and, the *presence* of: (goal (agent X) (task taking-my-work-as-an-artist-seriously))). Both assert that their simulated – ACE – agent does *not* have the status of artist. Following that, they do not have to pay for their own production, be productive, and so on, as IH must, and as a real artist must. The case is the same for strategies C3 and C4. We might say that these four strategy types represent strategies that might be used by 'aspiring artists'; these strategies use some of the operators of IH's own strategy, but are also lacking many (i.e., those related to financing one's own production).

What about strategies closer to IH's strategy? What do they have that suggests a better resolution of the problems associated with the artist's life? Both C5-C6 and C7-C8 have in common the asserted fact of having the status of artist (i.e., from Table 1: (agent (name X) (status artist))). This is already different from C1-C2-C3-C4. The difference this makes, in terms of operators applied to achieve artistic goals is important. In the simulation, the runs that later formed clusters C5-C6-C7-C8 (i.e., runs 2, 3, 7, 8, 11, 16, 18, 21, 25, 26) activated many of the E operators (e.g., FAP,

PPI), but the runs forming C1-C2-C3-C4 never did. Thus, strategies closer to IH's manage to efficiently achieve E goals; others do not.

What makes a strategy type even closer to IH's original artistic strategy? The closest strategies are those composed of the runs clustered under C5 (i.e., runs 2, 16, 21, 25). These runs, in addition to simulating agents having the status of artist, assert that these have as a goal taking their artistic work seriously (from Table 1: (goal (agent X) (task taking-my-work-as-an-artist-seriously))). C5 strategy is very close to C6 because of this. What happens if you combine this artistic status with serious work? In runs 2, 16, 21, and 25, many operators are active in E; and, as a consequence of doing the work as an artist seriously, there is more activity in both the A and C spaces (e.g., the DAS, ARJ, PRA operators; these ensure that the agent does not stop working on his or her art, works at it full-time).

This second HCA mainly emphasizes the importance and role of both IH's status as a professional artist and of her high-level goal of doing her work as an artist seriously – and of what these initial conditions entail in IH's general artistic strategy. To these all-important conditions, IH's strategy also adds very significant high-level goals (see sections “ACE: A Sample Run” and “Cluster Analysis of IH's Rules of Practice”): wanting to be an artist her entire life, learning and doing what she needs to in order to do that, wanting art to remain a calling, maintaining basic living conditions, and attaining success as an artist. These high-level goals – and related operators – distinguish her strategy from other variations on her strategy seen here, and further contribute to explain her success as an artist.

Conclusions

We are currently extending the model to include the “image-generation space”, the problem-solving space involved in the image-production activity of the artist (itself part of A, but at a finer resolution than the rules presented here). Further work will also involve expanding and validating the model; this will include many additional simulations and statistical analyses.

Acknowledgments

We thank Isabelle Hayeur for her generous participation in this research project and for graciously giving her consent to the disclosure of confidential information. This research was supported by a Bourse d'Excellence de l'Université de Montréal and a scholarship from the Sun Life Corporation awarded to Jude Leclerc, and by a NSERC (249974) and a NATEQ (03NC082052) grant awarded to Frédéric Gosselin.

References

- Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R., & Lebiere, C. (Eds.) (1998). *The atomic components of thought*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. The Hague : Mouton.
- Clancey, W. J. (1997). *Situated cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Clancey, W. J. (2001). Field science ethnography: Methods for systematic observation on an expedition. *Field Methods*, 13, 223-243.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.
- Everitt, B. S., Landau, S., & Leese, M. (2001). *Cluster analysis*. (4th ed.). London: Arnold.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Jackson, P. (1999). *Introduction to expert systems* (3rd ed.). Harlow, England: Addison-Wesley.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-55.
- Klahr, D., & Simon, H. A. (1999). Studies of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin*, 125, 524-543.
- Kulkarni, D., & Simon, H. A. (1988). The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, 12, 139-175.
- Langley, P., Simon, H. A., Bradshaw, G. L., & Zytkow, J. M. (1987). *Scientific discovery: Computational explorations of the creative processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2003). [Interviews with Isabelle Hayeur]. Unpublished raw data.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2004). Processes of artistic creativity: The case of Isabelle Hayeur. In K. Forbus, D. Gentner, & T. Regier (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 801-806). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- McGraw, K. L., & Harbison-Briggs, K. L. (1989). *Knowledge acquisition: Principles and guidelines*. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Meyer, M., & Booker, J. (1991). *Eliciting and analyzing expert judgement: A practical guide*. London: Academic Press.
- Nersessian, N. J. (2004). Interpreting scientific and engineering practices: Integrating the cognitive, social, and cultural dimensions. In M. Gorman, R. Tweney, D. Gooding, & A. Kincannon (Eds.), *New directions in scientific and technical thinking* (pp. 17-56). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1965). Limitations of the current stock of ideas for problem solving. In A. Kent & O. Taulbee (Eds.), *Conference on electronic information handling* (pp. 195-208). Washington, DC: Spartan Books.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Norman, D. A. (Ed.) (1993). Special issue on situated action [Special issue]. *Cognitive Science*, 17(1).

- Post, E. L. (1943). Formal reductions of the general combinatorial decision problem. *American Journal of Mathematics*, 65, 197-215.
- Romesburg, H. C. (1984). *Cluster analysis for researchers*. London: Lifetime Learning.
- Schunn, C. D., & Anderson, J. R. (1998). Scientific discovery. In J. R. Anderson & C. Lebiere (Eds.), *The atomic components of thought* (pp. 385-427). Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: Freeman.

DISCUSSION GÉNÉRALE

1. Les espaces de recherche de la création artistique

1.1. Les espaces de recherche

Le but de notre étude était de déterminer à quels problèmes font face les artistes, dans le contexte de pratiques artistiques contemporaines. Dans le cadre d'une conception de la création artistique comme *processus situé de résolution de problème*, cela signifie déterminer les espaces de recherche et les opérateurs qui agissent sur ces espaces, sur le terrain, dans le contexte d'une réelle pratique en arts. Nous avons, par la présente étude, effectivement identifié, par l'étude de cas d'une artiste, quels étaient ces problèmes, tâches, espaces de recherche (Leclerc & Gosselin, 2004a, 2004b, 2005a) et certains opérateurs, stratégies et comportements permettant de résoudre des problèmes inhérents à la pratique artistique, dans un contexte socio-économique et culturel spécifique.

Les analyses qualitatives effectuées ont permis de définir espaces et sous-espaces de recherche mis en action dans la pratique d'Isabelle Hayeur (Leclerc & Gosselin, 2004b), puis l'implémentation d'un modèle computationnel de l'activité de résolution de problème dans ces espaces a permis de préciser les agents, opérations et facteurs environnementaux à l'oeuvre dans ce processus. L'implémentation d'un système de production a aussi permis de faire une première validation des trois espaces de recherche identifiés préalablement, d'identifier les regroupements, les sous-ensembles d'opérateurs à l'oeuvre dans la pratique de cette artiste (Leclerc & Gosselin, 2005a).

1.2. Le modèle *ACE*

Le modèle *ACE* constitue un modèle de l'activité dans les trois espaces de recherche de la création artistique, activité permettant de résoudre les “problèmes”, et

d'atteindre les buts, associés à ces trois espaces de la pratique artistique. Ayant été développé dans le cadre de la création artistique en tant que *processus situé de résolution de problème*, ce modèle comporte à la fois des éléments qui décrivent l'individu au centre du processus de création artistique et des éléments de l'environnement (i.e., autres agents; conditions de l'environnement). Il est constitué de 70 règles; chacune de ces règles implique soit un agent – l'agent principal étant Isabelle Hayeur, des buts, connaissances ou divers états de l'environnement. *ACE* est un système de production à chaînage avant (i.e., *forward chaining*). Voir l'Appendice B pour la liste des variables et règles du modèle; le modèle est disponible en ligne à l'adresse : <http://mapageweb.umontreal.ca/gosselif/ACE.html>.

Là où les trois espaces recherche – artistique, de carrière et économique – se veulent un modèle général du processus de création en arts, *ACE*, quant à lui, est un modèle du fonctionnement d'une artiste spécifique, Isabelle Hayeur, dans un contexte spécifique. Notre travail futur devrait s'intéresser à la question de la généralisation de notre modèle à trois espaces de la création artistique au travail d'autres artistes, dans des contextes différents (voir section *Conclusion générale*).

2. Quelques conclusions

2.1. Analyses additionnelles

Au cours de projet, en plus des règles présentées ici, et implémentées dans le modèle *ACE*, nous avons codé un ensemble de règles liées à l'espace artistique, l'espace de génération d'images, d'Isabelle Hayeur. Ces règles définissent certaines des stratégies de création d'images, de création de photomontages. Ces règles n'ont pas été implémentées, mais pourraient faire l'objet d'une étape ultérieure de notre travail; en fait, nous prévoyons refaire prochainement une collecte de données, avec

une procédure de protocole verbal concurrent (Ericsson & Simon, 1993), durant l'activité de création d'un photomontage – une oeuvre – par l'artiste. Ceci permettra d'obtenir des données fiables quant à son travail dans l'espace de génération d'images.

Nous envisageons aussi la possibilité d'effectuer éventuellement des analyses additionnelles, du même type que celles déjà effectuées (voir Leclerc & Gosselin, 2005a), des analyses de groupement (i.e., *cluster analysis*), dans le but de valider à nouveau le modèle (voir section 2.2, ci-dessous, pour une description des étapes de validation du modèle déjà effectuées).

2.2. Validation du modèle

Dans le cadre de la présente étude, nous avons procédé à deux étapes principales de validation des analyses et du modèle : (1) un deuxième cycle d'entrevues avec le sujet (i.e., les *entrevues d'expert*), (2) les simulations et analyses par groupement des résultats de simulations du modèle. Une troisième étape de validation a aussi eu lieu; la relecture de nos publications et analyses, par l'artiste, en cours de projet a constitué, en quelque sorte, une forme de validation additionnelle de nos analyses^{38 39}.

Ultimement, le but de l'implémentation d'un modèle comme *ACE*, au-delà de la rigueur qu'un tel exercice impose, et de la valeur de cette rigueur pour

³⁸ Cette procédure visant à demander l'accord du sujet au moment de publier a aussi permis, sans que nous l'ayons planifié ainsi, d'effectuer une forme additionnelle de validation de nos analyses. Ainsi, à chacune de ces occasions, nous avons constaté l'accord très proche entre la perspective de l'artiste sur sa pratique et nos propres analyses; Flick (2002) nomme « validation de communication » (i.e., *communicative validation*) ce type de validation impliquant le(s) acteur(s), ou sujet(s), dans un tel processus permettant de vérifier la validité d'analyses et de modèles issus d'analyses qualitatives.

³⁹ Cette procédure est aussi très proche de ce qui se fait dans le domaine de la recherche en intelligence artificielle et en ingénierie de systèmes experts (i.e., *l'entrevue d'expert*, et d'autres procédures du même type, ont aussi pour but d'obtenir l'avis de l'expert sur les analyses, les modèles, qui sont développés, et d'utiliser, si nécessaire, cette rétroaction pour valider et apporter des modifications au modèle ou système à base de connaissances).

contrebalancer certaines des faiblesses des méthodes de terrain, au-delà de ceci, ce modèle doit servir à décrire, à expliquer et, lorsque c'est possible, à prédire. Idéalement, le modèle devrait donc aussi nous fournir des prédictions, cependant, étant donné le processus très long d'un projet comme le nôtre, impliquant du travail de terrain sur une longue période, et le temps requis pour programmer, tester, et analyser les résultats de simulations, du modèle, il ne nous a pas été possible de tester les prédictions que peut effectuer notre modèle. On doit aussi tenir compte du fait que, dans un tel projet, combinant approche terrain et approche computationnelle, de tels tests impliqueraient, eux aussi, beaucoup de temps, de nouvelles étapes de travail de terrain et l'obtention, à nouveau, de la participation du sujet – de l'artiste. Ces tests peuvent donc être exigeants, tout autant pour le sujet que pour les investigateurs. Ceci rend ce type de tests, quoiqu'en théorie réalisable, difficile à effectuer en pratique⁴⁰. Cependant, ce serait peut-être la façon la plus souhaitable de tester le modèle et de l'améliorer. Nous envisageons toujours de réaliser ce test.

2.3. Résultats d'ordre psychologique et biographique

La psychologie de la création artistique est un domaine nouveau, un domaine naissant. Tout particulièrement, dans le cadre de la psychologie cognitive, il s'agit d'un nouveau développement; seules quelques études existent à ce jour (e.g., Yokochi & Okada, 2004, 2005, Leclerc & Gosselin, 2004a, 2004b, 2005a, 2005b). Comme le domaine, proche parent du nôtre, de la psychologie de la découverte scientifique (e.g., Klahr, 2000; Klahr & Dunbar, 1988; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon,

⁴⁰ En fait, dans le domaine de la recherche sur les processus de découverte en science (e.g., Dunbar & Blanchette, 2001; Klahr, 2000; Nersessian, Kurz-Milcke, Newstetter, & Davies, 2003), aucune étude, à notre connaissance, n'a à la fois fait (1) du travail de terrain, (2) implémenté un modèle computationnel, et (3) procéder à des tests empiriques de ce modèle. Ce type d'études combine habituellement, tout au plus, deux de ces stratégies de recherche.

Bradshaw & Zytkow, 1987; Newell, Shaw & Simon, 1962; Schunn & Klahr, 1995; Thagard, 1998, 1999; Wolf & Beskin, 1996), la psychologie de la création artistique vise à découvrir les processus fondamentaux qui sous-tendent la créativité (Klahr & Simon, 1999) mais, cette fois, dans le domaine artistique.

Au moyen d'une étude de cas, et de terrain, notre projet visait à mettre à jour les espaces de recherche à l'oeuvre, non seulement dans la pratique d'une artiste, Isabelle Hayeur, mais aussi plus généralement, dans tout travail ou pratique artistique. Les résultats de la présente étude suggèrent que les trois espaces observés à l'oeuvre ici – artistique, de carrière et économique – devraient se retrouver dans le cas d'autres pratiques artistiques, d'autres artistes; du moins, c'est ce que nous devons déterminer dans le futur. Les résultats de la présente étude suggèrent donc des hypothèses et des questions de recherche, de portée plus générale, concernant la création artistique (e.g., le rôle de ces trois espaces, ou d'autres espaces de recherche, dans d'autres pratiques artistiques).

Notons que l'on peut classifier les données, analyses et résultats de la présente étude en deux grandes catégories : psychologiques et biographiques. Certains des résultats ou analyses sont effectivement plutôt d'ordre psychologique, et d'intérêt général, d'autres d'ordre biographique. Ceci est une particularité d'un tel projet, reposant sur une étude de cas. En fonction de ces deux catégories, les résultats de notre étude ont été ou pourront être diffusés de manières différentes.

Pour ce qui est des résultats d'intérêt plus général⁴¹, scientifique, traitant de la cognition artistique, ils ont été diffusés dans le contexte de publications, congrès et colloques scientifiques. Autrement dit, bien qu'il s'agissait d'une étude de cas, les analyses et résultats présentés dans ces contextes se veulent d'intérêt général pour la compréhension de la psychologie de la création artistique. L'étude de cas se veut, ici, génératrice d'information et d'hypothèses pertinentes à la compréhension des processus associés à la création artistique.

Certains des résultats obtenus au cours du projet sont, eux, de nature plus biographique⁴², décrivant le fonctionnement, les stratégies et comportements d'une artiste spécifique, Isabelle Hayeur (e.g., les stratégies utilisées pour maintenir un équilibre entre les exigences du maintien d'une carrière en art et le temps requis pour se consacrer à la production artistique [voir Leclerc & Gosselin, 2004b]). Ce type de résultats présente aussi un intérêt, particulièrement pour les gens qui travaillent dans le milieu artistique; en plus d'emprunter les canaux traditionnels de diffusion scientifique, ces résultats pourraient être diffusés dans le cadre de publications en arts ou faire l'objet de présentations dans des lieux de diffusion de l'art actuel.

3. Développements futurs

La validation du rôle des espaces de recherche – artistique, de carrière et économique – de création artistique constitue notre première priorité pour la suite de nos travaux. Est-ce que ce sont bien ces trois espaces qui régissent la pratique artistique ? S'il y a d'autres espaces de recherche, quel rôle jouent-ils ? Les ensembles

⁴¹ Nommément, les résultats touchant les espaces de recherche de la création artistique (Leclerc & Gosselin, 2004b, 2005a) et les catégories et regroupements d'opérateurs agissant dans ces espaces (Leclerc & Gosselin, 2005a, 2005b).

⁴² Les résultats décrivant les spécificités des heuristiques utilisées par Isabelle Hayeur, pour explorer et résoudre les problèmes associés aux espaces de recherche de la pratique artistique (Leclerc & Gosselin, 2004a, 2005a, 2005b).

d'opérateurs utilisés dans ces espaces différent-il d'un artiste à l'autre, d'un contexte à l'autre et, si oui, comment ? Quel est le lien entre les opérateurs appliqués dans ces espaces, par un artiste, et la qualité du travail et de la carrière artistique ?

Lors des prochaines étapes de notre travail, nous entendons aussi nous intéresser plus spécifiquement à l'espace artistique ou espace de génération d'images. En effet, la présente étude a principalement investigué la nature des espaces de recherche actifs dans une pratique artistique et, tout particulièrement, l'activité dans les espaces de carrière et économique; maintenant, nous souhaitons, en plus de poursuivre la validation de ces espaces de recherche, étudier en détail les processus menant à la génération d'images – d'oeuvres – dans le domaine des arts visuels. Nous serons aussi intéressés, bien évidemment, par les interrelations entre l'activité dans l'espace de génération d'images et l'activité dans les autres espaces de recherche de la pratique artistique.

Additionnellement, à partir des données déjà enregistrées, en temps réel, du processus de génération d'images (voir Introduction générale, section 4.2.1.2.2.2.2), nous comptons étudier l'évolution de paramètres visuels dans l'image pendant sa création (e.g., énergie à travers les fréquences spatiales, l'orientation, couleur). À titre d'exemple, la Figure 1 présente l'image moyenne des données enregistrées durant la création de l'un des photomontages de l'artiste, *Torrent*.

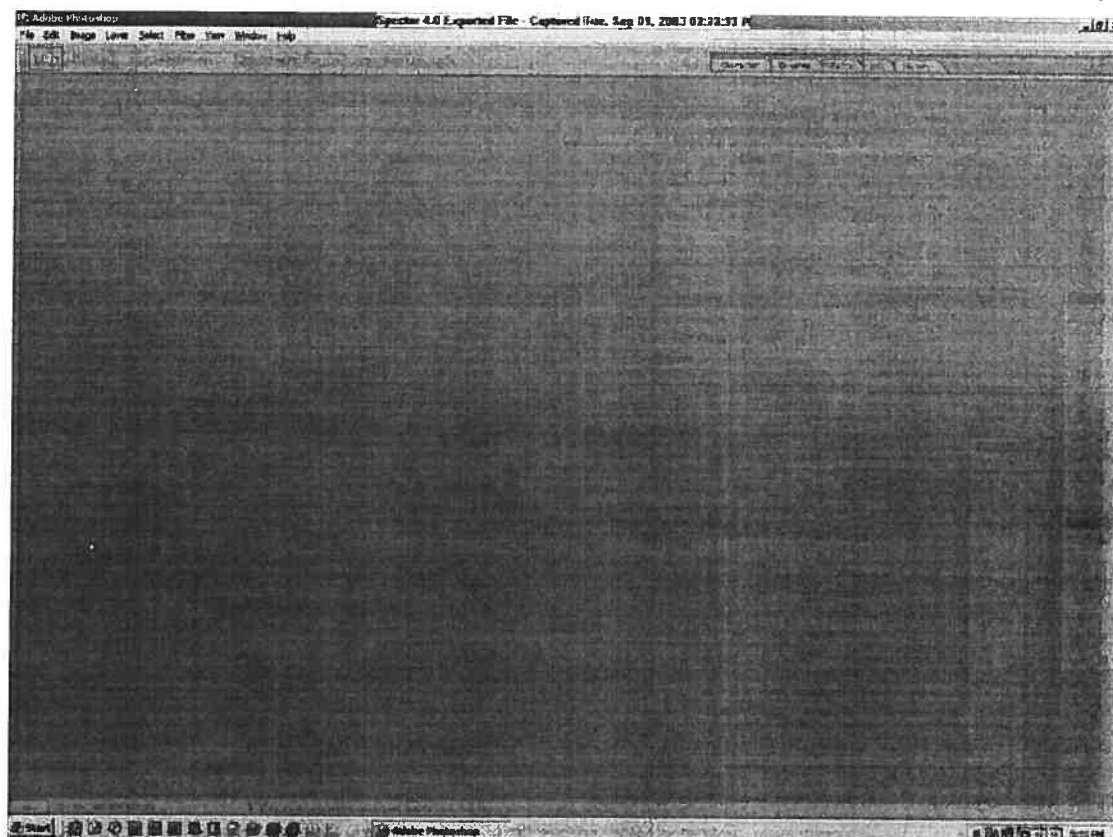


Figure 1 : Image moyenne du photomontage *Torrent*

Notre approche de la création artistique en tant que *processus situé de résolution de problème* nous a permis d'étudier une pratique artistique réelle, en contexte. La résultante d'une telle étude est un modèle descriptif des espaces de recherche, des buts et heuristiques utilisés dans le cadre de cette pratique⁴³. Ce type d'études peut mener à des modèles computationnels d'exemples historiques de créativité artistique, tout comme des études en science ont conduit à de tels modèles d'exemples historiques de découvertes scientifiques (Langley, Magnani, Cheng, Gordon, Kocabas, & Sleeman, 2001). De telles études peuvent aussi servir un but

⁴³ Dasgupta (1994, 2003) a déjà effectué des études de ce type, que l'on pourrait qualifier d'*études de cas cognitives*, des études apparentées à la nôtre, traitant des processus d'innovation dans les domaines scientifiques et technologiques.

éducatif en donnant accès à de l'information quant aux processus à l'œuvre dans le contexte de réelles pratiques artistiques.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La présente étude a permis d'établir, pour la toute première fois dans le domaine de la psychologie de la création artistique, la présence de trois espaces de recherche – espaces de création artistique, de carrière et économique – à l'oeuvre dans la pratique artistique, en contexte réel. Ces espaces se sont avérés efficaces dans la définition et description du travail artistique, et de l'atteinte d'un succès professionnel, de l'artiste visuelle contemporaine canadienne Isabelle Hayeur. Dans ces trois espaces de recherche, divers problèmes et sous-problèmes liés à la question de la mise en action et du maintien d'une pratique artistique ont été identifiés, ainsi que divers sous-ensembles d'opérateurs ayant pour but la résolution de ces problèmes et sous-problèmes qui semblent inhérents à la pratique artistique en contexte réel (i.e., dans le contexte spécifique – social, culturel et économique – de l'art contemporain actuel au Québec).

Ces espaces de recherche ont une portée plus grande qu'uniquement la description du travail d'une artiste spécifique, en un milieu spécifique; tout comme les espaces de recherche liés au processus de découverte scientifique (d'abord proposés par Klahr & Dunbar [1988]), les espaces d'hypothèse et d'expérimentation, ceux identifiés ici se veulent d'une application plus générale. Nous croyons que ces espaces ont un pouvoir explicatif généralisable à d'autres pratiques artistiques, au travail d'autres artistes, ainsi qu'à d'autres contextes sociaux, culturels et économiques. La suite de nos travaux portera sur la validation de ces espaces de recherche pour la description du travail de création artistique, de façon plus générale, et nous inclurons, cette fois, la description des sous-espaces liés à la génération d'images ou d'oeuvres artistiques.

RÉFÉRENCES

- Albert, R. S., & Runco, M. A. (1999). A history of research on creativity. Dans R. J. Sternberg (Éd.), *Handbook of creativity* (pp. 16-31). New York: Cambridge University Press.
- American Psychological Association. (2001). *Publication manual of the American Psychological Association* (5^e éd.). Washington, DC : Auteur.
- Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R., & Lebiere, C. (Éds.). (1998). *The atomic components of thought*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Baer, J. (1998). The case for domain specificity of creativity. *Creativity Research Journal*, 11, 173-177.
- Bellavance, G., Bernier, L., & Laplante, B. (2001). *Les conditions de pratique des artistes en arts visuels: Rapport d'enquête, phase 1*. Montréal, Canada: INRS Urbanisation, Culture et Société.
- Blanchette, I., & Dunbar, K. (2001). Analogy use in naturalistic settings: The influence of audience, emotion and goals. *Memory and Cognition*, 29, 730-735.
- Boden, M. (1999). Computers models of creativiyy. Dans R. J. Sternberg (Éd.), *Handbook of creativity* (pp. 351-372). New York: Cambridge University Press.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. The Hague : Mouton.
- Clancey, W. J. (2001). Field science ethnography: Methods for systematic observation on an expedition. *Field Methods*, 13, 223-243.
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58, 10-23.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. Dans R. J. Sternberg (Éd.), *The nature of creativity* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. Dans R. J. Sternberg (Éd.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.
- Dasgupta, S. (1994). *Creativity in invention and design: Computational and cognitive explorations of technological originality*. New York: Cambridge University Press.
- Dasgupta, S. (2003). Multidisciplinary creativity: The case of Herbert A. Simon. *Cognitive Science*, 683-707.
- Denzin, N. K. (1989). *The research act* (3^e éd.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Dunbar, K. (1994). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. Dans R. J. Sternberg & J. Davidson (Éds.), *The nature of insight* (pp. 365-395). Cambridge, MA: MIT Press.
- Dunbar, K. (1997). How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. Dans T. B. Ward, S. M. Smith, & J. Vaid (Éds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 461-494). Washington, DC: American Psychological Association.
- Dunbar, K. (2001a). The analogical paradox: Why analogy is so easy in natural settings, yet so difficult in the psychology laboratory. Dans D. Gentner, K. J. Holyoak, & B. Kokinov (Éds.), *Analogy: Perspectives from cognitive science* (pp. 314-333). Cambridge: MIT Press.
- Dunbar, K. (2001b). What scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. Dans K. Crowley, C. D. Schunn, & T. Okada (Éds.), *Designing for science: Implications for everyday, classroom, and professional settings* (pp. 115-140). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dunbar, K., & Baker L. A. (1994). Goals, analogy, and the social constraints of scientific discovery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 538-539.
- Dunbar, K., & Blanchette, I. (2001). The *in vivo* / *in vitro* approach to cognition: The case of analogy. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 334-339.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Feldman, D. H., Csikszentmihalyi, M., & Gardner, H. (1994). *Changing the world: A framework for the study of creativity*. Westport, CT: Praeger Publishers.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Flick, U. (2002). *An introduction to qualitative research*. (2^e éd.). London: Sage.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds: An anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinski, Eliot, Graham, and Gandhi*. New York: Basic Books.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision*. New York: Wiley.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gooding, D. (1990). *Experiment and the making of meaning: Human agency in scientific observation and experiment*. Dordrecht: Kluwer.

- Gorman, M. E., & Carlson, W. B. (1990). Interpreting invention as a cognitive process: The case of Alexander Graham Bell, Thomas Edison, and the telephone. *Science, Technology, and Human Values*, 15, 131-164.
- Gruber, H. E. (1981). *Darwin on man: A psychological study of scientific creativity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Hutchins, E. (1995a). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hutchins, E. (1995b). How a cockpit remembers its speeds. *Cognitive Science*, 19, 265-288.
- Jackson, P. (1999). *Introduction to expert systems* (3^e éd.). Harlow, England: Addison-Wesley.
- Klahr, D. (2000). Exploring science: The cognition and development of discovery processes. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-55.
- Klahr, D., & Simon, H. A. (1999). Studies of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin*, 125, 524-543.
- Kulkarni, D., & Simon, H. A. (1988). The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, 12, 139-175.
- Kurz-Milcke, E., Nersessian, N. J., & Newstetter, W. C. (2004) What has history to do with cognition? Interactive methods for studying research laboratories. *Journal of Cognition and Culture*, 4, 663-700.
- Langley, P., Simon, H. A., Bradshaw, G. L., & Zytkow, J. M. (1987). *Scientific discovery: Computational explorations of the creative processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2003). [Entrevues avec Isabelle Hayeur]. Données brutes non publiées.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2004a). Modeling artistic processes using production systems. Dans B. Hardy-Vallée (Éd.), *Actes du colloque Cognitio: Colloque jeunes chercheurs en sciences cognitives* (pp. 119-130). Montréal : Université du Québec à Montréal.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2004b). Processes of artistic creativity: The case of Isabelle Hayeur. Dans K. Forbus, D. Gentner, & T. Regier (Éds.), *Proceedings of*

the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 801-806). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Leclerc, J., & Gosselin, F. (2005a). *ACE: A model of the cognitive strategies of a contemporary artist*. Manuscrit en préparation.

Leclerc, J., & Gosselin, F. (2005b). *Artistic career and decision making: A case study*. Manuscrit soumis pour publication.

Li, J. (1997). Creativity in horizontal and vertical domains. *Creativity Research Journal*, 10, 107-132.

Mace, M.-A. (1997). Toward an understanding of creativity through a qualitative appraisal of contemporary art making. *Creativity Research Journal*, 10, 265-278.

Mace, M.-A., & Ward, T. (2002). Modeling the creative process: A grounded theory analysis of creativity in the domain of art making. *Creativity Research Journal*, 14, 179-192.

Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. Dans R. J. Sternberg (Éd.), *Handbook of creativity* (pp. 449-460). New York: Cambridge University Press.

McGraw, K. L., & Harbison-Briggs, K. L. (1989). *Knowledge acquisition: Principles and guidelines*. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Meyer, M., & Booker, J. (1991). *Eliciting and analyzing expert judgement: A practical guide*. London: Academic Press.

Nersessian, N. J. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. Dans R. Giere (Éd.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (pp. 3-45). Minneapolis: University of Minnesota Press.

Nersessian, N. J. (2004). Interpreting scientific and engineering practices: Integrating the cognitive, social, and cultural dimensions. Dans M. Gorman, R. Tweney, D. Gooding, & A. Kincannon (Éds.), *Scientific and technological thinking* (pp. 17-56). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Nersessian, N. J., Kurz-Milcke, E. & Davies, J. (2005). Ubiquitous computing in science and engineering research laboratories: A case study from biomedical engineering. Dans G. Kouzoulis et al. (Éds.), *Knowledge in the New Technologies* (pp. 167-198). Berlin: Peter Lang Publishers.

Nersessian, N. J., Kurz-Milcke, E., Newstetter, W. C., & Davies, J. (2003). Research laboratories as evolving distributed cognitive systems. Dans R. Alterman & D. Kirsh (Éds.), *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 857-862). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Newell, A., Shaw, J. C., & Simon, H. A. (1962). The processes of creative thinking. Dans H. E. Gruber, G. Terrel, & M. Wertheimer (Éds.), *Contemporary approaches to creative thinking* (pp. 63-119). New York: Atherton Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1965). Limitations of the current stock of ideas for problem solving. Dans A. Kent & O. Taulbee (Éds.), *Conference on electronic information handling* (pp. 195-208). Washington, DC: Spartan Books.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1976). Computer science as empirical enquiry: Symbols and search. *Communications of the ACM*, 19, 113-126.
- Norman, D. A. (1993). Cognition in the head and in the world: An introduction to the special issue on situated action. *Cognitive Science*, 17, 1-6.
- Plucker, J. A. (1998). Beware of simple conclusions: The case for content generality of creativity. *Creativity Research Journal*, 11, 179-182.
- Plucker, J. A., & Runco, M. A. (1998). The death of creativity measurement has been greatly exaggerated: Current issues, recent advances, and future directions in creativity assessment. *Roeper Review*, 21, 36-39.
- Post, E. L. (1943). Formal reductions of the general combinatorial decision problem. *American Journal of Mathematics*, 65, 197-215.
- Schunn, C. D., & Anderson, J. R. (1998). Scientific discovery. Dans J. R. Anderson & C. Lebiere (Éds.), *The atomic components of thought* (pp. 385-427). Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Schunn, C. D., & Klahr, D. (1995). A 4-space model of scientific discovery. Dans J. D. Moore & J. F. Lehman (Éds.), *Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 106-111). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schunn, C. D., & Klahr, D. (1996). Integrated yet different: Logical, empirical, and implementational arguments for a 4-space model of inductive problem solving. Dans G. Cottrell (Éd.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 25-26). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Simon, H. A., & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. Dans L. Gregg (Éd.), *Knowledge and cognition* (pp. 105-128). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Thagard, P. (1998). Ulcers and bacteria I: Discovery and acceptance. *Studies in History and Philosophy of Science. Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 29, 107-136.
- Thagard, P. (1999). *How scientists explain disease*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tweney, R. D. (1985). Faraday's discovery of induction: A cognitive approach. Dans D. Gooding & F. A. J. L. James (Éds.), *Faraday rediscovered*. New York: Stockton Press.
- Vera, A. H., & Simon, H. A. (1993). Situated action: A symbolic interpretation. *Cognitive Science*, 7-48.
- Wallace, D. B. (1989). Studying the individual: The case study method and other genres. Dans D.B. Wallace & H. E. Gruber (Éds.), *Creative people at work* (pp. 25-43). New York: Oxford University Press.
- Ward, T. B., Smith, S. M., & Vaid, J. (Éds.). (1997). *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: Freeman.
- Wolf, D. F., & Beskin, J. R. (1996). Task domains in N-space models: Giving explanation its due. Dans G. Cottrell (Éd.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 27-28). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Yokochi, S., & Okada, T. (2004). Cognitive processes of artistic creation: A field study of a traditional Chinese ink painter's drawing process. Dans K. Forbus, D. Gentner, & T. Regier (Éds.), *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1488-1493). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Yokochi, S., & Okada, T. (2005). Creative cognitive processes of art making: A field study of a traditional Chinese ink painter. *Creativity Research Journal*, 17, 241-255.

APPENDICE A

ARTICLE III

Modeling artistic processes using production systems

Jude Leclerc [REDACTED]

Frédéric Gosselin [REDACTED]

Université de Montréal, Département de psychologie

C.P. 6128, Succ. Centre-Ville, Montreal, QC, H3C 3J7, Canada

Abstract

What are the problems faced by contemporary artists? By what processes do they solve these problems in real-life? This article presents preliminary results of the second phase of an ongoing project seeking to model the cognitive processes involved in a contemporary artistic practice; this project is being conducted within the *artistic creativity as situated problem solving* approach. Creativity is viewed both as a problem-solving process (Klahr & Simon, 1999) and as a situated process (Nersessian, 2004). The first phase of the project involved a field study of Canadian visual artist Isabelle Hayeur over a sixteen-month period; the second phase, which has just begun, involves the computational modeling of her artistic processes. Building on the analysis of Leclerc and Gosselin (2004), we present a partial but nonetheless substantial computer-based model of the processes involved in this artist's creative practice.

Introduction

Recently, Klahr and Simon (1999) have suggested that by using the concepts and vocabulary of human problem-solving theory (Newell & Simon, 1972) "we may be able ... to converge toward a common account of discovery in many areas of human endeavor", including the arts (p. 524). Much work have already been done to understand processes of scientific discovery with this approach (e.g., Klahr, 2000; Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987). But, with few exceptions (e.g., Weisberg, 1993), little has been done to study artistic creativity from this perspective. What are the problems faced by artists? By what processes do they solve these? We conducted a case study to begin answering these questions.

As there have been few studies of artistic creativity as a problem-solving process, there have been even fewer efforts to model artistic creativity within that framework; most of the computational models of creativity, in recent years, have been of the creativity involved in the process of scientific discovery (e.g., Kulkarni & Simon, 1988; Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987; Schunn & Anderson, 1998).

Modeling artistic creativity

Production System

The results presented here represent a first effort at modeling artistic processes using *production systems*. These systems have their origin in Emil Post's (1943) study of the properties of systems based on rules (Jackson, 1999). Production systems have been adopted early on by cognitive scientists to model language, memory, and creativity (e.g., Anderson, 1976; Chomsky, 1957; Newell & Simon, 1965; Kulkarni & Simon, 1988; Schunn & Anderson, 1998). According to Anderson and Lebiere

(1998), “[production systems] are the only modeling formalism capable of spanning a broad range of tasks, dealing with complex cognition, in complete detail, and with a high degree of accuracy” (p. 3). This is a bold statement, but Anderson’s ACT-R theory and similar theories, like SOAR and others, provide serious evidence for it.

The production system outlined in this article was implemented using Jess⁴⁴ (version 6.1p6), a general-purpose rule engine, written in the JAVA programming language. Jess is a Java-implemented version of CLIPS, itself a descendant of the OPS family of production rule languages and related languages; OPS5 was the language most often used to model cognitive processes by the first generation of researchers at Carnegie Mellon (Herbert Simon, Allen Newell, and other pioneers in the study of creativity in science). The Jess language, like its ancestors, has a syntax very close to LISP, a language traditionally used in AI and in many models of human cognition.

Isabelle Hayeur: A Contemporary Visual Artist

Isabelle Hayeur⁴⁵ is a successful professional Canadian visual artist. She works mainly with digital photography and video; her work has been shown in solo and group exhibitions nationally and internationally. A great part of her work involves producing large-scale photomontages; these often show idyllic-looking landscapes... almost idyllic, but not quite, standing at the edge of the familiar and the unknown, between the beautiful and the repulsive; these images often evoke a feeling

⁴⁴ Jess (trial version or licensing for either academic or commercial use) is available online from Sandia National Laboratories at: <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>

⁴⁵ Her work, resume, artist’s statement, and related projects can be found on her Web site at: <http://isabelle-hayeur.com>.

of strangeness in the viewer. She works also with video, Net art and does site-specific projects.

At the time of writing, we have been conducting a field study of her practice and creative processes for a sixteen-month period; the study is ongoing. Multiple data types, from multiple sources, have been collected, on-site, to allow the modeling of a distributed set of cognitive activities (see Clancey, 2001). These include: interviews, photographs of work space and tools, recording of activity at the computer, and extensive field notes. All data was digitally recorded and archived (except for the field notes); total data volume amounts to about 30 gigabytes.

Here, the analysis will focus on the interview data. Eight semi-structured interviews were conducted over a six-month period, at the artist's studio (Leclerc & Gosselin, 2003). Interviews were 30 to 60 minutes long; these were digitally recorded and transcribed verbatim. Then, they were organized, stored, and analyzed using the Atlas.ti computer package. The analysis consisted of coding the interviews in terms of the *problem spaces, goals, operators* (i.e., concepts of human problem-solving theory, Newell & Simon, 1972) mentioned in the interviews and, from these, extracting a set of rules pertaining to the diverse problem spaces – problems, tasks, and so on – involved in this artist's work and practice.

*ACE: A Model of Real-life Artistic Creativity*⁴⁶

We chose to model Isabelle Hayeur's artistic processes in terms of four main entities : (1) agents, (2) goals, (3) knowledge, and (4) environment. Goals and knowledge are typical categories involved in knowledge-based systems, or production systems (see Jackson, 1999); and, even though our main focus is on one

⁴⁶ The model is available online at: <http://mapageweb.umontreal.ca/gosselif/ACE.html>.

individual, we want to allow for the explicit modeling of ‘outside’ processes, i.e. other agents and their respective environments. This relates to the situated, or distributed, part of our approach; basically, we consider artistic creativity to be a cognitively distributed, or extended, process.

What can we tell about the cognition involved in real-life artistic practice by modeling an artist in this way? Or, asked otherwise, what is the *grammar*, the set of rules that can describe, or produce, the observed – in our case, creative – behavior? As a partial answer, we offer the next few pages.

Problem Spaces of Isabelle Hayeur's Creative Processes

It is traditional in the human problem-solving theory literature to distinguish sets of problem spaces, search spaces, in which a problem solver operates in order to resolve a particular problem or accomplish a task (see, for example, the two-space model of scientific discovery, first proposed by Klahr & Dunbar, 1988; this model presents scientific discovery as a process involving dual search in an Hypothesis space and an Experiment space). We previously came to the conclusion that Isabelle Hayeur's artistic activities are operating in two main problem spaces, an Artistic practice space (A) and a Career space (C) (Leclerc & Gosselin, 2004). A third space, the Economic space (E), also plays a role, a comparatively minor one. Our model's name, ACE, is the juxtaposition of the letters standing for the three search spaces involved in Isabelle Hayeur's creative process.

How Isabelle Hayeur resolves the problems of being an artist, of producing art works and of attaining a certain level of professional success all happens in these – A, C, and E – search spaces. The combined size of these search spaces is vast (compared, for example, to the cognitive space involved in the solving of a simple

arithmetic problem, or some other common cognitive psychology task). Thus, a model of such spaces cannot be fine-grained; what matters most here is not detail and precision but the ecological validity of the model and its ability to give us a bird's eye view of a real-life artistic practice.

ACE: An Example Run -- I

Here is a sample run of ACE. Initial conditions were set to match Isabelle Hayeur's actual state. Some of these initial conditions correspond to unchanging variables in the subject, for the duration of the research project (i.e., in the course of our study, these have never been found to vary):

- (agent (name IH) (status artist))
- (goal (agent IH) (task being-an-artist--doing-that-my-entire-life))
- (goal (agent IH) (task art-must-remain-a-calling-remain-research))
- (goal (agent IH) (task taking-my-work-as-an-artist-seriously))

In first-order predicate logic, these facts state that IH (i.e., Isabelle Hayeur) is an artist, and that she has the following goals: to be an artist for her entire life, that art must remain a calling, and that she wants to take her work as an artist seriously. These facts were asserted – put in the production system's working memory – at the beginning of the simulation, went unchanged throughout a run of the program and, further, went unchanged from one run of the simulation to the other.

Part of the initial conditions for a run of the model also consists of variables that may change from one simulation run to the other. These represent changing conditions in Isabelle Hayeur's own state, the state of her goals and knowledge, and in the state of her environment (these may also include the changing state of other agents). For this run of the simulation, they were:

- (agent (name IH) (variable artistic-production-unpaid))
- (agent (name IH) (variable photographic-production))
- (agent (name IH) (variable very-active-professional-life))
- (goal (agent Isabelle) (task sending-my-work-projects-to-artists-centers) (project IDC))
- (knowledge (agent IH) (variable what-I-have-to-do--to-be-an-artist))
- (environment (agent Isabelle) (variable cannot-make-a-living-from-art-alone))
- (environment (agent Isabelle) (variable opportunity-to-work-in-your-own-domain))
- (environment (agent Isabelle) (variable printing-large-scale-photographs))

An advantage of production systems, and first-order logic predicates, is that code such as this can be read – by humans – directly; accordingly, the above stated facts mean that Isabelle Hayeur’s artistic production is initially unpaid for, that she has a photographic production, has a very active professional life, and so on. All of these facts are put in working memory at the start of the simulation, may change during the simulation, and serve to activate the *production rules* that constitute the model of Isabelle Hayeur’s artistic process; in turn, the production rules may change the content of working memory – these facts – as the simulation runs. (Production systems are based on production rules; these rules take the form of “IF-THEN” rules, stating if an action – behavioral or cognitive – is to be taken, under which conditions, and specifically what type of action is to be undertaken.)

Here is a test run of ACE. We provide a list of the main rules fired in the course of the simulation, starting from the initial conditions.

Table 1: A sample run of ACE

MAKING-TIME-FOR-PRACTICE-AND-CAREER---putting-all-my-time-in-artistic-work-and-my-artist's-
 dossiers-[AC]⁴⁷
 MAKING-TIME-FOR-PRACTICE-AND-CAREER---half-my-time-in-putting-together-my-artist's-
 dossiers-[AC]
 ...
 BEING-AN-ARTIST-MY-ENTIRE-LIFE---doing-what-I-have-to-do-[AC]
 ...
 DISSEMINATION---making-the-project-move-forward-and-finishing-it-[CA]
 DOING-A-PROJECT---putting-time-in-the-project-[AC]
 PUTTING-TIME-IN-A-PROJECT---picking-up-work-on-the-project-[AC]
 ...
 ACTIVE-PROFESSIONAL-LIFE---searching-for-bread-and-butter-jobs-[AE]
 BREAD-AND-BUTTER-WORK---taking-what-comes-[AE]
 ...
 PAYING-FOR-ARTISTIC-PRODUCTION---the-artist-must-pay-for-own-production-[AE]
 PAYING-FOR-ARTISTIC-PRODUCTION ---taking-small-jobs-in-your-domain-[AE]
 MAKING-TIME-FOR-PRACTICE---living-with-less-[AE]
 TAKING-SMALL-CONTRACTS---own-production-is-paid-[AE]
 ...
 DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY---doing-my-artistic-work-full-time-[A]
 MAKING-TIME-FOR-PRACTICE---having-time-for-my-practice-[A]
 MAKING-TIME-FOR-PRACTICE ---working-less-having-a-lower-standard-of-living-[AE]
 WORKING-LESS---living-with-less-[AE]
 MAKING-TIME-FOR-PRACTICE ---having-time-for-my-practice-[AE]
 ...

Displayed here are ‘threads’ of activity simulating parallel, or interweaved, threads of activity in Isabelle Hayeur’s life and art-related activities. Each thread begins with a top-level goal; in this run, we have six top-level goals: (1) making time for my practice and career, (2) being an artist my entire life, (3) disseminating the artistic work, (4) having an active professional life, (5) paying for the artistic production, and (6) doing the artistic work seriously. Overall, these threads give us a view of some of the most important goals and activities occupying this artist.

⁴⁷ Letters in square brackets (e.g., [AC]) , after a rule’s name, indicate in which of the three search spaces (A, C, E) the rule operates. Note that many rules bridge activity between different search spaces.

Furthermore, we see how each thread involves the application of a certain set of rules to reach these high-level goals.

One thread in Table 1, for example, begins with the rule “DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY---doing-my-artistic-work-full-time”; this rule states that if one wants to do the artist’s work seriously, one must do this work full-time. In order to achieve its goal, this rule calls on the next rule in the thread, “MAKING-TIME-FOR-PRACTICE---having-time-for-my-practice”. The same goes on for the rules that follow in the thread; each one is activated in turn, until the initial goal is reached. As we can see, each thread constitutes an operator – a set of rules – working to achieve certain particular goals.

ACE: An Example Run -- II

What would happen if Isabelle Hayeur did not value her artistic practice time, did not associate artistic practice time with the quality of the artistic work produced, or did not have as a goal to produce quality work? A possible answer to these questions appeared in a recent test run of ACE, when we mistakenly modified the production system. This test run was particularly surprising; it showed the behavior exhibited by the trace below.

Table 2: The artist's 'bread-and-butter' loop

[same as in Table 1]

...

PAYING-FOR-ARTISTIC-PRODUCTION---the-artist-must-pay-for-own-production-[AE]
 PAYING-FOR-ARTISTIC-PRODUCTION ---taking-small-jobs-in-your-domain-[AE]
 TAKING-SMALL-CONTRACTS---own-production-paid-[AE]]
 TAKING-SMALL-CONTRACTS---contract-completed-[AE]

 TAKING-SMALL-CONTRACTS---own-production-paid-[AE]]
 TAKING-SMALL-CONTRACTS---contract-completed-[AE]
 ...

In this run, the model is caught in a loop; it does not take appropriate action to augment financial resources by any other means than by getting small jobs, doing these, and finding other similar jobs, and so on. The rules active here and the initial conditions conspire, so to speak, to prevent the model from applying other operators for finding financial resources. This loop also prevents the ACE model from pursuing other types of goals – namely, artistic and career goals.

What happened to make the ACE model behave this way? The rules of the production system were the same, the initial conditions were almost exactly the same. We had just made one small change, we had added a simple fact:

- (environment (agent IH) (variable small-job-completed))

This fact took advantage of an error in the following rules:

```
(defrule TAKING-SMALL-CONTRACTS---own-production-paid-[AE]
```

```
  (goal (agent ?x) (task taking-on-small-jobs))
  ?y <- (agent (name ?x) (variable own-production-unpaid))
  =>
  (retract ?y)
  (assert (agent (name ?x) (variable own-production-paid))))
```

```
(defrule TAKING-SMALL-CONTRACTS---contract-completed-[AE]
```

```
  ?y <- (agent (name IH) (variable own-production-paid))
  ?z <- (environment (agent IH) (variable small-job-completed))
  (not (environment (agent IH) (variable sufficient-grants)))
  =>
  (retract ?y)
  (retract ?z)
  (assert (agent (name IH) (variable own-production-unpaid))))
```

The added fact revealed a mistake that had remained hidden until then: we had forgotten to add a stop condition in the second rule, a condition that would take into account the additional fact (i.e., the fact asserting that a contract is completed). This rule should have included an additional condition on the ‘if’ side (i.e., the part of the rule describing the conditions under which it fires), and an additional action – the retraction of a fact – on the ‘then’ side of the rule (i.e., the part of the rule describing the action to be taken when it fires). Adding these took care of the problem (see above, in bold and underlined).

Was this ‘loop behavior’ just the result of a programming error? Yes it was... in that case. But the same kind of behavior could also happen in the ACE model for other reasons and, similarly, does happen to many artists caught up in a ‘bread-and-

butter', or a 'making a living', loop. What would it take for ACE to do that? One possibility is to change the initial conditions of the model. For example, if we took away the asserted goal of "doing the artist's work seriously", and also took away some "dissemination" goals, we could get similar behavior. As a result of those changes, the model would stop having the goal of "doing the artist's work seriously" and, consequently, would devote less time to the actual artistic practice and more to the 'economic' activity (as in Table 2). This suggests an impact on artistic activity of the interplay between the artist's goals and economic conditions. As a result of a few changes to the ACE model's initial conditions, the (simulated) artist is caught up in that same loop, devoting most of its activity to 'bread-and-butter jobs', instead of putting more time in actual creative work. We may ask: is this loop behavior of the modified ACE model just an artifact? Or, does it reveal something more significant about the conditions of practice, and patterns of behavior, of artists? In a major sociological survey of Québec's visual artists' conditions of practice, Bellavance, Bernier, and Laplante (2001) report an impressive number of statistics suggesting that this is indeed the case. For example: for 20% of artists, their total income comes from activities unrelated to their artistic practice; for more than 50% of artists, only 20% or less of their income comes from their artistic practice, and so on. It means that many, if not most, of Québec's professional visual artists live from work outside of their own practice. This is quite reminiscent of the loop behavior displayed in Table 2 (i.e., the 'bread-and-butter' loop); of course, this, and the behavior of the modified ACE model, does not reflect the patterns of behavior of Isabelle Hayeur.

Operators from the Artistic Practice Space

What is it that Isabelle Hayeur's does that allows her to succeed in the middle of the difficult practice conditions that Bellavance et al. (2001) describe? In Isabelle Hayeur's case, and in contrast to the 'pathological' code responsible for the behavior shown in Table 2, one set of operators works to reduce the required financial resources necessary to produce art works, and another works to augment the financial resources available directly through her artistic activity. Other operators are also at work, ensuring her dedication to the artistic work. See Table 1 for a sample of these multi-layered operators. Below are some of the main, top-level, rules from Isabelle Hayeur's practice search space.

Table 3: Some of Isabelle Hayeur's main A's rules

```
(defrule MAKING-TIME-FOR-PRACTICE-AND-CAREER---putting-all-my-time-in-artistic-work-and-my-
artist-dossiers-[AC]
  (not(agent (name Isabelle) (variable contract-small-jobs)))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task putting-all-my-time-in-artistic-work-and-my-artist's-dossiers))))

(defrule BEING-AN-ARTIST-MY-ENTIRE-LIFE---doing-what-I-have-to-do-[AC]
  (goal (agent Isabelle) (task being-an-artist--my-entire-life))
  (knowledge (agent Isabelle) (variable what-I-have-to-do--to-be-an-artist))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task doing-what-I-have-to-do-to-be-an-artist))))

(defrule DISSEMINATION---making-the-project-move-forward-and-finishing-it-[CA]
  (goal (agent Isabelle) (task sending-the-work-to-artists-centers) (project ?x))
  =>
  (assert (goal (agent Isabelle) (task moving-the-project-forward-and-finishing-it) (project ?x))))
```

```

(defrule ACTIVE-PROFESSIONAL-LIFE---searching-for-bread-and-butter-jobs-[AE]
  (agent (name Isabelle) (variable very-active-professional-life))
  =>
  (assert (agent (name Isabelle) (variable not-much-time-to-search-for-bread-and-butter-jobs))))

(defrule DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY---doing-my-artistic-work-full-time-[A]
  (goal (agent ?x) (task doing-the-artist-work-seriously))
  =>
  (assert (goal (agent ?x) (task doing-the-artist-work-full-time))))

```

These rules of artistic practice, embodied in the ACE model, tell us that some of the main goals pursued by Isabelle Hayeur are: to make time for her artistic practice (and career), to be an artist for all of her life, to disseminate her work, have it be known and seen, and to do her artistic work seriously. Each rule tells us some of the actions undertaken to reach those goals. For example, to do her artistic work seriously, she must work at it full-time. This survey of her rules of practice helps explain how she may strive and succeed in the midst of Québec's and Canada's difficult socio-economical conditions of visual artists. It also gives a portrait of who Isabelle Hayeur is as an artist, of what she values as an artist and of how she is able to put into action those values.

For each of those top-level rules, we may also dig down further to find out how a specific operator is implemented in the artist's activity. As an example, in Table 4, we reproduce a set of rules describing how Isabelle Hayeur achieves her goal/operator: "doing the artist's work seriously". This example provides a partial answer to the question of how exactly she manages to do her work seriously in real-life and shows an operator at work in a successful artistic practice.

Table 4

An operator's description: "Doing the artist's work seriously"

```

(defrule DOING-THE-ARTIST-WORK-SERIOUSLY---doing-my-artistic-work-full-time-[A]
  (goal (agent ?x) (task doing-the-artist-work-seriously))
  =>
  (assert (goal (agent ?x) (task doing-the-artist-work-full-time))))

(defrule MAKING-TIME-FOR-PRACTICE---having-time-for-my-practice-[A]
  (goal (agent ?x) (task doing-the-artist-work-full-time))
  =>
  (assert (goal (agent ?x) (task having-time-for-my-practice))))

(defrule MAKING-TIME-FOR-PRACTICE ---working-less-having-a-lower-standard-of-living-[AE]
  (goal (agent ?x) (task having-time-for-my-practice))
  =>
  (assert (goal (agent ?x) (task not-having-a-too-high-standard-of-living)))
  (assert (goal (agent ?x) (task working-less-and-less-bread-and-butter-jobs))))

(defrule WORKING-LESS---living-with-less-[AE]
  (goal (agent ?x) (task working-less-and-less-bread-and-butter-jobs))
  =>
  (assert (goal (agent ?x) (task trying-to-live-with-less-money))))

(defrule MAKING-TIME-FOR-PRACTICE---having-time-for-my-practice-[AE]
  (goal (agent ?x) (task not-having-a-too-high-standard-of-living))
  (goal (agent ?x) (task working-less-and-less-bread-and-butter-jobs))
  (goal (agent ?x) (task trying-to-live-with-less-money))
  =>
  (assert (agent (name Isabelle) (variable has-time-for-artistic-practice))))

```

Conclusions

Part of the ACE model of Isabelle Hayeur's artistic processes was presented in this article, mostly the A – or Artistic practice space – part of the model. We are currently extending the model to include the C, E, and also the “image-generation space”, the problem-solving space involved in the image production activity of the artist (itself part of A, but at a finer resolution than the rules presented here).

ACE is a high-level model, close to a ‘social band’ level (see Newell, 1990), model of cognition; this is why we chose to model a vast domain with relatively ‘few’, high-level, rules. Up to now, we have extracted from the interviews, observations and field notes the equivalent of about 200 rules; of these, around 60 rules have been implemented in ACE. A related model, for example, Schunn and Anderson's model of scientific discovery processes, implemented 116 rules. Anderson and Lebiere (1998) make the distinction between *declarative knowledge* (i.e., ‘chunks’ of information) and *procedural knowledge* (i.e., rules); whereas there can be millions of pieces of information known to a person, there is a much lesser number of rules needed or available to process this information. Anderson evaluates this number to be in the order of 10,000 to encompass everything a human being does; in restricted domains of expertise, like certain aspects of scientific discovery (or artistic creativity), there may be much less (e.g., hundreds or a few thousands).

Based on these and other considerations, we believe that we are not too remote from the completion of this portion of the project. Further work will involve expanding and validating the model. This will be done by working in collaboration with the artist in the manner usually done when building knowledge-based systems in

AI; we are, in fact, considering the artist as an expert and working with her to produce a model reflecting her practice. Further work will also involve testing this model, testing various predictions made by the model, comparing these with the actual behavior of the artist. Testing the model will also involve the kind of experimentation we have done with the model in this paper, but on a larger scale.

Acknowledgments

We thank Isabelle Hayeur for her generous participation in this research project and for graciously giving her consent to the disclosure of confidential information. This research was supported by an Excellency Scholarship from the University of Montreal awarded to Jude Leclerc, and by an NSERC (R0010085) and an NATEQ (R0010287) grant awarded to Frédéric Gosselin.

References

- Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R., & Lebiere, C. (Eds.) (1998). *The atomic components of thought*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bellavance, G., Bernier, L., & Laplante, B. (2001). *Les conditions de pratique des artistes en arts visuels: Rapport d'enquête, phase 1*. Montréal, Canada: INRS Urbanisation, culture et société.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. The Hague : Mouton.
- Clancey, W. J. (2001). Field science ethnography: Methods for systematic observation on an expedition. *Field Methods*, 13, 223-243.
- Jackson, P. (1999). *Introduction to expert systems* (3rd ed.). Harlow, England: Addison-Wesley.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-55.

- Klahr, D., & Simon, H. A. (1999). Studies of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin*, 125, 524-543.
- Kulkarni, D., & Simon, H. A. (1988). The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, 12, 139-175.
- Langley, P., Simon, H. A., Bradshaw, G. L., & Zytkow, J. M. (1987). *Scientific discovery: Computational explorations of the creative processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2003). [Interviews with Isabelle Hayeur]. Unpublished raw data.
- Leclerc, J., & Gosselin, F. (2004). Processes of artistic creativity: The case of Isabelle Hayeur. In K. Forbus, D. Gentner, & T. Regier (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 801-806). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nersessian, N. J. (2004). Interpreting scientific and engineering practices: Integrating the cognitive, social, and cultural dimensions. In M. Gorman, R. Tweney, D. Gooding, & A. Kincannon (Eds.), *New directions in scientific and technical thinking* (pp. 17-56). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1965). Limitations of the current stock of ideas for problem solving. In A. Kent & O. Taulbee (Eds.), *Conference on electronic information handling* (pp. 195-208). Washington, DC: Spartan Books.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Post, E. L. (1943). Formal reductions of the general combinatorial decision problem. *American Journal of Mathematics*, 65, 197-215.
- Schunn, C. D., & Anderson, J. R. (1998). Scientific discovery. In J. R. Anderson & C. Lebiere (Eds.), *The atomic components of thought* (pp. 385-427). Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: Freeman.

APPENDICE B

MODÈLE ACE

```

; ACE : Système de production -- Isabelle Hayeur
;
;   Espaces de travail artistique, de carrière et économique (A-C-E)
;
;   -----
;   Version du modèle ACE utilisée pour l'article CogSci 2005.
;   Avec conditions initiales stables représentant Isabelle Hayeur
;   et conditions changeantes représentant situation typique.
;   -----
;   25 janvier 2005                                Auteur: Jude Leclerc

```

```

(clear)
(reset)
/watch all)

```

```

(deftemplate agent "Isabelle ou quelque autre agent"
  (slot nom)
  (slot status)
  (slot variable))

```

```

(deftemplate but "Buts d'Isabelle ou d'autres agents"
  (slot agent)
  (slot tache))

```

```

(deftemplate savoir "Connaissances d'un agent"
  (slot agent)
  (slot variable))

```

```

(deftemplate environnement "Environnement d'un agent"
  (slot agent)
  (multislot variable))

```

; État de base -- stable : Isabelle

```
(assert (agent (nom Isabelle) (status artiste)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache etre-artiste--faire-ca-toute-ma-vie)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache art-doit-rester-vocation-recherche)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache faire-travail-d-artiste-serieusement)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache vivre--habitation-et-alimentation)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache avoir-succes-de-carriere)))
```

; Variables d'état -- changeantes : Isabelle

```
(assert (agent (nom Isabelle) (variable production-coute-qquechose)))
(assert (agent (nom Isabelle) (variable production-photographique)))
(assert (agent (nom Isabelle) (variable production-photographique-grand-format)))
(assert (agent (nom Isabelle) (variable vie-professionnelle-tres-active)))
(assert (agent (nom Isabelle) (variable representee-par-galerie-privee)))
(assert (agent (nom Isabelle) (variable n-a-pas-travaille-images-depuis-quelques-
semaines)))
;(assert (agent (nom Isabelle) (variable a-passe-une-longue-periode-au-travail-d-
artiste)))
;(assert (agent (nom Isabelle) (variable ne-voit-plus-rien-dans-travail-artistique)))
;(assert (agent (nom Isabelle) (variable est-fatiguee)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache envoyer-travail-projet-dans-centres-d-artistes)))
;(assert (agent (nom Isabelle) (variable oeuvres-pretes-a-exposer)))
(assert (savoir (agent Isabelle) (variable ce-que-j-ai-a-faire---pour-etre-artiste)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache travail-alimentaire-ne-remplace-pas-travail-
artistique)))
;(assert (agent (nom Isabelle) (variable carriere-internationale)))
;(assert (agent (nom Isabelle) (variable a-trop-presente-son-travail-dans-cette-ville)))
```

; Variables d'état -- changeantes : Environnement

```
(assert (environnement (agent Isabelle) (variable ressources-suffisantes-habitation-et-
alimentation)))
(assert (environnement (agent Isabelle) (variable chance-de-travailler-dans-son-
domaine a-temps-partiel)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable chance-de-travailler-dans-son-
domaine a-temps-plein)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable contrat--prend-peu-de-temps)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable expos-refusees)))
(assert (environnement (agent Isabelle) (variable impression-photos-grand-format-
cout-eleve)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable contrats-terminees)))
```

```

;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable bourse-importante)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-bourses-suffisantes)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable galeriste-de-qualite)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable carriere-prends-trop-de-temps)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable date-limite-imminente-expo-ou-
    demande-de-bourse)))
(assert (environnement (agent Isabelle) (variable divers-boulots-possibles)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable acheteurs-amis-proches)))
;(assert (environnement (agent acheteur) (variable un-format-particulier-l-
    accomode)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable demande-ponctuelle)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable demande-ponctuelle en-lien-avec-
    sa-pratique)))
;(assert (environnement (agent Isabelle) (variable demande-ponctuelle en-lien-avec-
    sa-pratique projet-in-situ)))

```

```

(defrule 01 __PRODUCTION-COUTE-QQCHOSE---production-non-payee-[AE]
    (agent (nom Isabelle) (status artiste))
    (agent (nom ?x) (variable production-coute-qquechose))
    =>
    (assert (agent (nom ?x) (variable production-non-payee))))

```

```

(defrule 02 __PRODUCTION-NON-PAYEE---artiste-doit-payer-sa-production-[AE]
    (agent (nom ?x) (status artiste))
    (agent (nom ?x) (variable production-non-payee))
    =>
    (assert (but (agent ?x) (tache payer-sa-production))))

```

```

(defrule 03 __BOURSE-IMPORTANTE---epargnes-et-bourses-suffisantes-[E]
    (environnement (agent Isabelle) (variable bourse-importante))
    =>
    (assert (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-
        bourses-suffisantes))))

```

```

(defrule 04 __EPARGNE-ET-BOURSES-SUFFISANTES---PRODUCTION-
    PAYEE-[EA]
    (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-bourses-
        suffisantes))
    =>
    (assert (agent (nom Isabelle) (variable production-payee))))

```

```

(defrule 05 __PAYER-PRODUCTION---accepter-petits-boulots-dans-son-domaine-
    [AE]
    (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
    ?y <- (agent (nom Isabelle) (variable production-non-payee))

```

```

(not (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-
bourses-suffisantes)))
(environnement (agent Isabelle) (variable chance-de-travailler-
dans-son-domaine a-temps-partiel))
=>
(assert (but (agent Isabelle) (tache accepter-petits-boulots-dans-
son-domaine)))
(assert (agent (nom Isabelle) (variable production-payee)))
(retract ?y))

```

```

(defrule 06 __PAYER-PRODUCTION---vendre-mes-oeuvres-[AE]
  (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-
bourses-suffisantes)))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache vendre-mes-oeuvres))))

```

```

(defrule 07 __PAYER-PRODUCTION-ET-VIVRE---accepter-emploi-temps-plein-
[AE]
  (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
  ?y <- (agent (nom Isabelle) (variable production-non-payee))
  (but (agent Isabelle) (tache vivre--habitation-et-alimentation))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-
bourses-suffisantes)))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable ressources-
suffisantes-habitation-et-alimentation)))
  (environnement (agent Isabelle) (variable chance-de-travailler-
dans-son-domaine a-temps-plein))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache accepter-emploi-temps-
plein)))
  (assert (agent (nom Isabelle) (variable production-payee)))
  (retract ?y))

```

```

(defrule 08 __PAYER-PRODUCTION-ET-VIVRE---chercher-travail-alimentaire-
[AE]
  (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
  (agent (nom Isabelle) (variable production-non-payee))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-
bourses-suffisantes)))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable chance-de-
travailler-dans-son-domaine a-temps-partiel)))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache chercher-travail-
alimentaire))))

```

```

(defrule 09 __PAYER-PRODUCTION---travail-alimentaire-[AE]

```

```

    (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
    ?y <- (agent (nom Isabelle) (variable production-non-payee))
    (environnement (agent Isabelle) (variable divers-boulots-possibles))
    (but (agent Isabelle) (tache chercher-travail-alimentaire))
    (not (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-bourses-suffisantes)))
    (not (environnement (agent Isabelle) (variable chance-de-travailler-dans-son-domaine a-temps-partiel)))
    =>
    (assert (agent (nom Isabelle) (variable contrat-travail-alimentaire)))
    (assert (agent (nom Isabelle) (variable production-payee)))
    (retract ?y))

```

```

(defrule 10__PAYER-PRODUCTION-ET-VIVRE---placer-utiliser-bourse-[EA]
  (environnement (agent Isabelle) (variable bourse-importante))
  (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
  (but (agent Isabelle) (tache vivre--habitation-et-alimentation))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache placer-environ-moitie-bourse--pour-impression-ulterieure)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache utiliser-environ-moitie-pour-vivre))))

```

```

(defrule 11__ACCEPTEP-PETITS-BOULOTS---contrats-termine-[AE]
  ?y <- (agent (nom ?x) (variable production-payee))
  ?z <- (environnement (agent Isabelle) (variable contrats-termine))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable épargnes-et-bourses-suffisantes)))
  =>
  (retract ?y)
  (retract ?z)
  (assert (agent (nom ?x) (variable production-non-payee))))

```

```

(defrule 12__FAIRE-TRAVAIL-SERIEUSEMENT---etre-dans-travail-d-artiste-a-temps-plein-[A]
  (but (agent ?x) (tache faire-travail-d-artiste-serieusement))
  (not (but (agent Isabelle) (tache accepter-emploi-temps-plein)))
  =>
  (assert (but (agent ?x) (tache ne-pas-sortir-du-travail-artistique)))
  (assert (but (agent ?x) (tache etre-dans-travail-d-artiste-a-temps-plein))))

```

```
(defrule 13__ETRE-DANS-TRAVAIL-TEMPS-PLEIN---avoir-du-temps-pour-
pratique-artistique-[A]
  (but (agent ?x) (tache etre-dans-travail-d-artiste-a-temps-plein))
=>
  (assert (but (agent ?x) (tache avoir-du-temps-pour-ma-
pratique))))
```

```
(defrule 14__TEMPS-POUR-PRATIQUE---moins-travailler-train-de-vie-moins-
eleve-[AE]
  (but (agent ?x) (tache avoir-du-temps-pour-ma-pratique))
=>
  (assert (but (agent ?x) (tache ne-pas-avoir-train-de-vie-eleve)))
  (assert (but (agent ?x) (tache moins-travailler-travail-
alimentaire))))
```

```
(defrule 15__TRAVAIL-ALIMENTAIRE-NE-REPLACE-PAS-TRAVAIL-
ARTISTIQUE---vivre-avec-moins-[AE]
  (environnement (agent ?x) (variable ne-peut-pas-vivre-de-son-
art))
  (but (agent ?x) (tache accepter-petits-boulots-dans-son-
domaine))
  (but (agent ?x) (tache travail-alimentaire-ne-remplace-pas-
travail-artistique))
=>
  (assert (but (agent ?x) (tache essayer-de-vivre-avec-moins-d-
argent))))
```

```
(defrule 16__TRAVAIL-ALIMENTAIRE-NE-REPLACE-PAS-TRAVAIL-
ARTISTIQUE---vivre-avec-moins-[AE]
  (environnement (agent ?x) (variable ne-peut-pas-vivre-de-son-
art))
  (agent (nom Isabelle) (variable contrat-travail-alimentaire))
  (but (agent ?x) (tache travail-alimentaire-ne-remplace-pas-
travail-artistique))
=>
  (assert (but (agent ?x) (tache essayer-de-vivre-avec-moins-d-
argent))))
```

```
(defrule 17__SIMPLIFIER-SA-VIE---a-du-temps-pour-pratique-artistique-[EA]
  (but (agent ?x) (tache ne-pas-avoir-train-de-vie-eleve))
  (but (agent ?x) (tache moins-travailler-travail-alimentaire))
  (but (agent ?x) (tache essayer-de-vivre-avec-moins-d-argent))
=>
  (assert (agent (nom Isabelle) (variable a-du-temps-pour-
pratique-artistique))))
```

```
(defrule 18__CARRIERE-INTERNATIONALE--OUI---peut-vivre-de-son-art-[CE]
```



```

(agent (nom ?x) (status artiste))
(agent (nom ?x) (variable carriere-internationale))
=>
(assert (environnement (agent Isabelle) (variable peut-vivre-de-son-art))))

```

```

(defrule 19__CARRIERE-INTERNATIONALE--NON---ne-peut-pas-vivre-de-son-art-[CE]

```

```

  (agent (nom ?x) (status artiste))
  (not (agent (nom ?x) (variable carriere-internationale)))
  =>
  (assert (environnement (agent ?x) (variable ne-peut-pas-vivre-de-son-art))))

```

```

(defrule 20__MOINS-DE-TRAVAIL-ALIMENTAIRE---vivre-avec-moins-[E]
  (but (agent ?x) (tache moins-travailler-travail-alimentaire))
  =>
  (assert (but (agent ?x) (tache essayer-de-vivre-avec-moins-d-argent))))

```

```

(defrule 21__PRODUCTION-PAYEE---imprimer-photos-[EA]
  (but (agent Isabelle) (tache payer-sa-production))
  (agent (nom Isabelle) (variable production-payee))
  (agent (nom Isabelle) (variable production-photographique))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache imprimer-photos))))

```

```

(defrule 22__IMPRIMER-PHOTOS---impression-grands-formats-[A]
  (but (agent Isabelle) (tache imprimer-photos))
  (agent (nom Isabelle) (variable production-photographique-grand-format))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache imprimer-photos-grand-format))))

```

```

(defrule 23__IMPRIMER-PHOTOS-GRAND-FORMAT---payer-impression-[AE]
  (but (agent Isabelle) (tache imprimer-photos-grand-format))
  (environnement (agent Isabelle) (variable impression-photos-grand-format-cout-eleve))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache payer-impression-avec-moitie-de-ses-revenus))))

```

```

(defrule 24__IMPRIMER-PHOTOS-SI-BOURSE-IMPORTANTE---moment-d-impression-[EA]
  (but (agent Isabelle) (tache imprimer-photos))
  (environnement (agent Isabelle) (variable bourse-importante))

```

=>

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache imprimer-en-bloc-toute-une-
serie--a-la-fin-du-projet))))
```

```
(defrule 25__IMPRIMER-PHOTOS---moment-d-impression-[EA]
  (but (agent Isabelle) (tache imprimer-photos))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable bourse-
importante))))
```

=>

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache imprimer-moins-souvent--
de-facon-espacee--en-fn-des-expos))))
```

```
(defrule 26__ETRE-DANS-TRAVAIL-ARTISTIQUE-VIE-PROFESSIONNELLE-
ACTIVE---recherche-de-travail-alimentaire--peu-de-temps-[AE]
  (agent (nom Isabelle) (variable vie-professionnelle-tres-active))
  (but (agent Isabelle) (tache etre-dans-travail-d-artiste-a-temps-
plein)))
```

=>

```
(assert (agent (nom Isabelle) (variable peu-de-temps-pour-
chercher-travail-alimentaire))))
```

```
(defrule 27__TRAVAIL-ALIMENTAIRE-CHERCHER---prendre-ce-qui-se-
presente-[AE]
```

```
(agent (nom Isabelle) (variable peu-de-temps-pour-chercher-
travail-alimentaire))
```

```
(but (agent Isabelle) (tache chercher-travail-alimentaire))
```

=>

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache prendre-ce-qui-se-presente-
comme-travail-alimentaire))))
```

```
(defrule 28__TRAVAIL-ALIMENTAIRE-PRENDRE-CE-QUI-SE-PRESENTE---
choisir-dans-mon-domaine-[EA]
  (but (agent Isabelle) (tache prendre-ce-qui-se-presente-comme-
travail-alimentaire)))
```

=>

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache choisir-travail-qui-est-dans-
son-domaine))))
```

```
(defrule 29__OEUVRE-VENDUE---plus-de-temps-[EA]
  (agent (nom Isabelle) (variable une-oeuvre-vendue)))
```

=>

```
(assert (agent (nom Isabelle) (variable a-un-contrat-travail-
alimentaire-en-moins-a-faire))))
```

```
(assert (agent (nom Isabelle) (variable a-plus-de-temps-pour-
pratique-artistique))))
```

```
(assert (agent (nom Isabelle) (variable n-a-pas-a-retourner-sur-
le-marche-du-travail))))
```

```

(defrule 30 __REPRESENTTEE-PAR-GALERIE---oeuvres-vendues-[CE]
  (agent (nom ?x) (variable representee-par-galerie-privee))
  (environnement (agent ?x) (variable galeriste-de-qualite))
  =>
  (assert (agent (nom ?x) (variable oeuvres-vendues))))

(defrule 31 __OEUVRES-VENDUES---une-oeuvre-vendue-[E]
  (agent (nom ?x) (variable oeuvres-vendues))
  =>
  (assert (agent (nom ?x) (variable une-oeuvre-vendue))))

(defrule 32 __TRAVAIL-ARTISTIQUE-TEMPS-PLEIN-SEMAINES-SANS-
  TRAVAIL-ARTISTIQUES---besoin-de-faire-travail-artistique-[A]
  (but (agent Isabelle) (tache etre-dans-travail-d-artiste-a-temps-
    plein))
  (agent (nom Isabelle) (variable n-a-pas-travaille-images-depuis-
    quelques-semaines))
  =>
  (assert (agent (nom Isabelle) (variable sentiment-de-manque-
    travail-artistique))))

(defrule 33 __TRAVAIL-ARTISTIQUE-LUI-MANQUE---recommence-a-travailler-
  sur-images-[A]
  (agent (nom Isabelle) (variable sentiment-de-manque-travail-
    artistique))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache revenir-au-travail-sur-
    images))))

(defrule 34 __FATIGUEE-DU-LONG-TRAVAIL-SUR-IMAGES---besoin-de-
  prendre-distance-du-travail-artistique-[A]
  (agent (nom Isabelle) (variable a-passe-une-longue-periode-au-
    travail-d-artiste))
  (agent (nom Isabelle) (variable ne-voit-plus-rien-dans-travail-
    artistique))
  (agent (nom Isabelle) (variable est-fatiguee))
  =>
  (assert (agent (nom Isabelle) (variable sentiment-besoin-de-
    prendre-une-distance))))

(defrule 35 __TRAVAIL-ARTISTIQUE-BESOIN-D-EN-PRENDRE-UNE-
  DISTANCE---prendre-une-distance-du-travail-artistique-[A]
  (agent (nom Isabelle) (variable sentiment-besoin-de-prendre-
    une-distance))
  =>

```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache prendre-une-distance-du-travail-d-artiste)))
(assert (but (agent Isabelle) (tache se-reposer))))
```

```
(defrule 36__PROJET-AVANCE-ET-SE-FINISSE---mettre-du-temps-au-projet-[A]
  (but (agent Isabelle) (tache que-le-projet-avance-et-finis))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache mettre-du-temps-au-projet))))
```

```
(defrule 37__METTRE-TEMPS-AU-PROJET---reprendre-travail-sur-un-projet-[A]
  (but (agent Isabelle) (tache mettre-du-temps-au-projet))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache reprendre-le-travail-sur-projet-images))))
```

```
(defrule 38__ENVOYER-TRAVAIL-DANS-CENTRES-D-ARTISTES--
  DIFFUSION---faire-avancer-et-terminer-projet-[CA]
  (but (agent Isabelle) (tache envoyer-travail-projet-dans-centres-d-artistes))
  (not (agent (nom Isabelle) (variable oeuvres-pretes-a-exposer)))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache que-le-projet-avance-et-finis))))
```

```
(defrule 39__PROJET-AVANCE-ET-SE-FINISSE---reserver-temps-de-production-
  [A]
  (but (agent Isabelle) (tache que-le-projet-avance-et-finis))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache reserver-du-temps-de-production))))
```

```
(defrule 40__EQUILIBRE-CARRIERE-PRATIQUE---refuser-activites-carriere-
  [CA]
  (environnement (agent Isabelle) (variable carriere-prends-trop-de-temps))
  (but (agent Isabelle) (tache art-doit-rester-vocation-recherche))
  (not (environnement (agent Isabelle) (variable date-limite-imminente-expo-ou-demande-de-bourse)))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache refuser-activitees-additionnelles-liees-a-la-carriere))))
```

```
(defrule 41__TEMPS-POUR-PRATIQUE-ET-CARRIERE---consacrer-tout-son-
  temps-au-travail-artistique-et-dossiers-[AC]
  (but (agent Isabelle) (tache avoir-du-temps-pour-ma-pratique)))
```

```
(not (agent (nom Isabelle) (variable contrat-travail-
alimentaire))))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache consacrer-tout-son-temps-
au-travail-artistique-et-dossiers))))
```

```
(defrule 42__ACCEPTER-PETITS-BOULOTS-DANS-SON-DOMAIN---travail-
alimentaire-[E]
```

```
(but (agent ?x) (tache accepter-petits-boulots-dans-son-
domaine))
```

```
=>
```

```
(assert (agent (nom Isabelle) (variable contrat-travail-
alimentaire))))
```

```
(defrule 43__CONSACRER-TOUT-SON-TEMPS-POUR-PRATIQUE-ET-
CARRIERE---consacrer-quart-du-temps-au-montage-de-dossiers-[AC]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache consacrer-tout-son-temps-au-
travail-artistique-et-dossiers))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache consacrer-quart-de-son-
temps-au-montage-de-dossiers))))
```

```
(defrule 44__TEMPS-POUR-PRATIQUE-ET-CARRIERE-AVEC-TRAVAIL-
ALIMENTAIRE---moins-de-temps-pour-travail-artistique-et-dossiers-[EAC]
```

```
(agent (nom Isabelle) (variable contrat-travail-alimentaire))
```

```
?x <- (but (agent Isabelle) (tache consacrer-tout-son-temps-au-
travail-artistique-et-dossiers))
```

```
=>
```

```
(retract ?x))
```

```
(defrule 45__TEMPS-POUR-MONTAGE-DOSSIERS-AVEC-TRAVAIL-
ALIMENTAIRE---aucun-temps-montage-de-dossiers-[EC]
```

```
(agent (nom Isabelle) (variable contrat-travail-alimentaire))
```

```
(not (environnement (agent Isabelle) (variable date-limite-
imminente-expo-ou-demande-de-bourse))))
```

```
=>
```

```
(assert (environnement (agent Isabelle) (variable aucun-temps-
consacre-a-monter-des-dossiers))))
```

```
(defrule 46__TEMPS-POUR-MONTAGE-DOSSIERS-AVEC-DATE-LIMITE-
IMMINENTE---monter-dossier-date-limite-imminente-[C]
```

```
(environnement (agent Isabelle) (variable date-limite-
imminente-expo-ou-demande-de-bourse))
```

```
(not (but (agent Isabelle) (tache consacrer-tout-son-temps-au-
travail-artistique-et-dossiers))))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache monter-dossier-date-limite-
imminente))))
```

```
(defrule 47__NE-PAS-SORTIR-DU-TRAVAIL-ARTISTIQUE---eviter-retour-sur-
marche-du-travail-[AE]
  (but (agent Isabelle) (tache ne-pas-sortir-du-travail-artistique))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache eviter-a-avoir-a-retourner-
sur-le-marche-du-travail))))
```

```
(defrule 48__EVITER-RETOUR-MARCHE-DU-TRAVAIL---que-son-nom-circule-
[EC]
  (but (agent Isabelle) (tache eviter-a-avoir-a-retourner-sur-le-
marche-du-travail))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache que-mon-nom-circule))))
```

```
(defrule 49__QUE-MON-NOM-CIRCULE---activites-liees-a-la-promotion-[C]
  (but (agent Isabelle) (tache que-mon-nom-circule))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache activites-de-promotion))))
```

```
(defrule 50__ETRE-ARTISTE-TOUTE-MA-VIE---faire-ce-que-j-ai-a-faire-[AC]
  (but (agent Isabelle) (tache etre-artiste--faire-ca-toute-ma-vie))
  (savoir (agent Isabelle) (variable ce-que-j-ai-a-faire---pour-etre-
artiste))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache faire-ce-que-j-ai-a-faire-
pour-etre-artiste))))
```

```
(defrule 51__FAIRE-CE-QUE-J-AI-A-FAIRE-POUR-ETRE-ARTISTE---faire-ce-
qui-fait-une-difference-dans-une-carriere-d-artiste-[AC]
  (but (agent Isabelle) (tache faire-ce-que-j-ai-a-faire-pour-etre-
artiste))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache faire-travail-artistique)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache faire-une-difference-dans-
ma-carriere-d-artiste))))
```

```
(defrule 52__EXPO-REFUSEE---noter-expo-refusee-dans-un-centre-[AC]
  (but (agent Isabelle) (tache faire-ce-que-j-ai-a-faire-pour-etre-
artiste))
  (environnement (agent Isabelle) (variable expos-refusees))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache noter-que-ce-centre-a-refuse-
l-expo))))
```

```

(defrule 53__PARTICIPATION-JURY---lecture-demandes-de-bourses-cv-[C]
  (agent (nom Isabelle) (variable participation-jury-etc))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache lecture-demandes-de-bourses-cv))))

(defrule 54__LECTURE-DEMANDES-DE-BOURSES---apprentissage-art-bourses-etc-[C]
  (but (agent Isabelle) (tache lecture-demandes-de-bourses-cv))
  =>
  (assert (savoir (agent Isabelle) (variable parler-de-son-travail--faire-demandes-de-bourses--etc))))

(defrule 55__ACCEPTER-PETITS-BOULOTS-DANS-SON-DOMAIN---pas-de-contrats-non-desires-[EA]
  (but (agent Isabelle) (tache accepter-petits-boulots-dans-son-domaine))
  =>
  (assert (agent (nom Isabelle) (variable n-a-pas-a-faire-contrats-non-desires))))

(defrule 56__CHOISIR-PARMI-BOULOTS-POSSIBLES---gratifiant-interessant-bien-payee-pas-complice-[EA]
  (environnement (agent Isabelle) (variable divers-boulots-possibles))
  (but (agent Isabelle) (tache accepter-petits-boulots-dans-son-domaine))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache choisir-boulot-gratifiant-interessant-bien-payee-pas-complice))))

(defrule 57__VENDRE-OEUVRES---etre-representee-par-galerie-privee-[EC]
  (but (agent Isabelle) (tache vendre-mes-oeuvres))
  (but (agent Isabelle) (tache avoir-succes-de-carriere))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache etre-representee-par-galerie-privee))))

(defrule 58__ETRE-REPRESENTEE-PAR-GALERIE-PRIVEE---approcher-les-meilleurs-galeriste-[C]
  (but (agent Isabelle) (tache etre-representee-par-galerie-privee))
  =>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache approcher-meilleurs-galeristes-echelle-nationale))))

(defrule 59__VENDRE-OEUVRES---par-moi-meme-[E]
  (but (agent Isabelle) (tache vendre-mes-oeuvres))

```

```
(not (agent (nom Isabelle) (variable representee-par-galerie-privée)))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache vendre-par-moi-meme))))
```

```
(defrule 60__ VENDRE-OEUVRES---par-moi-meme-[E]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache vendre-mes-oeuvres))
```

```
(agent (nom Isabelle) (variable representee-par-galerie-privée))
```

```
(environnement (agent Isabelle) (variable acheteurs-amis-proches))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache vendre-par-moi-meme))))
```

```
(defrule 61__ VENDRE-OEUVRES-SI-REPRESENTEE-PAR-GALERIE---vente-par-galerie-[CE]
```

```
(agent (nom Isabelle) (variable representee-par-galerie-privée))
```

```
?x <- (but (agent Isabelle) (tache vendre-par-moi-meme))
```

```
=>
```

```
(retract ?x))
```

```
(defrule 62__ VENDRE-OEUVRES-PAR-MOI-MEME---que-certaines-photos-se-vendent-mieux-[E]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache vendre-par-moi-meme))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache que-certaines-photos-se-vendent-mieux))))
```

```
(defrule 63__ VENDRE-CERTAINES-PHOTOS-PLUS-AISEMENT---imprimer-formats-vendables-[EA]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache que-certaines-photos-se-vendent-mieux))
```

```
(environnement (agent acheteur) (variable un-format-particulier-l-accomode))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache imprimer-tailles-accomodant-acheteur))))
```

```
(defrule 64__ FAIRE-UNE-DIFFERENCE-DANS-MA-CARRIERE---la-cuisine-autour-du-travail-d-artiste-[C]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache faire-une-difference-dans-ma-carriere-d-artiste))
```

```
(but (agent Isabelle) (tache avoir-succes-de-carriere))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache m-occuper-de-la-cuisine-entourant-travail-d-artiste))))
```



```

(defrule 65__ CUISINE-AUTOUR-DU-TRAVAIL-D-ARTISTE---recherche-dates-
limites-lieux-d-expo-residences-etc-[C]
  (but (agent Isabelle) (tache m-occuper-de-la-cuisine-entourant-
travail-d-artiste))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-dates-limites-
soumissions-centres-d-artistes)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-nouveaux-
centres)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-residences)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache demandes-de-bourses)))
  (assert (agent (nom Isabelle) (variable participation-jury-etc)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-dates-limites-
soumissions--ventes-et-expos)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache preparer-dossiers-en-
fonction-des-dates-limites)))
  (assert (but (agent Isabelle) (tache contacter-un-certain-
nombre-de-centres-dans-l-annee))))

```

```

(defrule 66__ CUISINE-AUTOUR-DU-TRAVAIL-D-ARTISTE---reponse-a-
demandes-ponctuelles-[CA]
  (but (agent Isabelle) (tache m-occuper-de-la-cuisine-entourant-
travail-d-artiste))
  (environnement (agent Isabelle) (variable demande-ponctuelle
en-lien-avec-sa-pratique))
  (agent (nom Isabelle) (variable oeuvres-prettes-a-exposer))
  (not (agent (nom Isabelle) (variable a-trop-presente-son-travail-
dans-cette-ville)))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache repondre-a-demande-
ponctuelle))))

```

```

(defrule 67__ CUISINE-AUTOUR-DU-TRAVAIL-D-ARTISTE---reponse-a-
demandes-ponctuelles-projets-in-situ-[CA]
  (but (agent Isabelle) (tache m-occuper-de-la-cuisine-entourant-
travail-d-artiste))
  (environnement (agent Isabelle) (variable demande-ponctuelle
en-lien-avec-sa-pratique projet-in-situ))
=>
  (assert (but (agent Isabelle) (tache repondre-a-demande-
ponctuelle--projet-in-situ))))

```

```

(defrule 68__ RECHERCHE-DATES-EXPOS---recherche-d-information-sur-
Internet-[C]
  (but (agent Isabelle) (tache recherche-dates-limites-
soumissions-centres-d-artistes))
=>

```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-sur-Internet-dates-  
soumissions-centres-d-artistes))))
```

```
(defrule 69__RECHERCHE-LIEUX-D-EXPOS---recherche-d-information-sur-  
Internet-[C]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache recherche-nouveaux-centres))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-sur-Internet-  
nouveaux-centres-d-expo))))
```

```
(defrule 70__RECHERCHE-RESIDENCES---recherche-d-information-sur-Internet-  
[C]
```

```
(but (agent Isabelle) (tache recherche-residences))
```

```
=>
```

```
(assert (but (agent Isabelle) (tache recherche-sur-Internet-  
residences))))
```